# PHYSIKALISCHE ZEITSCHRIFT

No. 9. 1. Februar 1903. 4. Jahrgang.

Redaktionsschluss für No. 10 am 4. Februar 1903.

INHALT.

**Originalmitteilungen:**
W. W. Coblentz u. W. C. Geer, Das ultrarote Emissionsspektrum des Quecksilberlichtbogens. S. 257.
J. Kossonogoff, Über optische Resonanz. 2. vorläufige Mitteilung. S. 258.
J. Billitzer, Eine einfache Methode zur Bestimmung von Dielektrizitätskonstanten. S. 261.
E. Villari, Über die durch elektrische Funken erzeugte polare Erwärmung und über den Widerstand, den dieselben im Wasserstoff finden. S. 262.
Mitteilungen aus dem physikalischen Institute der Universität Pisa. No. 15: M. Allegretti, Über das Edisonsche Phänomen. S. 263.
J. J. Borgmann, Unmittelbare Beobachtung stehender elektrischer Drahtwellen. S. 266.
A. Gockel, Über Elektrizitätszerstreuung bei nebeligem Wetter. S. 267.
P. Czermak, Über Elektrizitätszerstreuung in der Atmosphäre. S. 271.
L. Graetz, Über die Strahlung des Wasserstoffsuperoxyds. S. 271.

**Vorträge und Reden:**
L. Boltzmann, Zwei Antrittsreden. (II. Teil.) S. 274.

**Referate:**
R. Stribeck, Die wesentlichen Eigenschaften der Gleit- und Rollenlager. S. 277.

**Besprechungen:**
F. Auerbach, Die Weltherrin und ihr Schatten. S. 280.

**Personalien.** S. 280.

**Gesuche.** S. 280.

## ORIGINALMITTEILUNGEN.

### Das ultrarote Emissionsspektrum des Quecksilberlichtbogens.

Von W. W. Coblentz und W. C. Geer.

Bei Gelegenheit der Untersuchung des ultraroten Spektrums der Arons'schen Lampe beobachteten wir eine Gruppe Emissionslinien, die für die Kenntnis der Spektralserien von Interesse ist.

Die Spitze des Lichtbogens wurde als Strahlungsquelle verwandt. Zu diesem Zwecke wurde eine seitliche Röhre mit einem Fenster aus Fluorit oder Steinsalz rechtwinklig zur Ebene des Bogens angebracht. Das Spektrum wurde vermittelst eines Spiegelspektrometers und Steinsalzprismas erzeugt, während ein Nichols'sches Radiometer zur Messung der Energieverteilung verwandt wurde.

Das Spektrum wurde an jeder Bogenminute und gewisse Stellen in Zwischenräumen von je 20" bis zu 9 $\mu$ untersucht. Wir fanden, dass die ausgestrahlte Energie aus einer Serie Emissionsstreifen bei 1 $\mu$ und 5 $\mu$ besteht und dass bei 3 $\mu$ sich eine leichte Andeutung eines solchen befindet. Nirgends im ganzen Spektrum war die Intensität der Lichtbogenstrahlung sehr bedeutend, während jenseits von 6 $\mu$ die von den warmen Glaswänden herrührenden Ablenkungen ebenso bedeutend waren wie die vom Lichtbogen stammenden. Die Lampe stand dabei in einem Wasserbade.

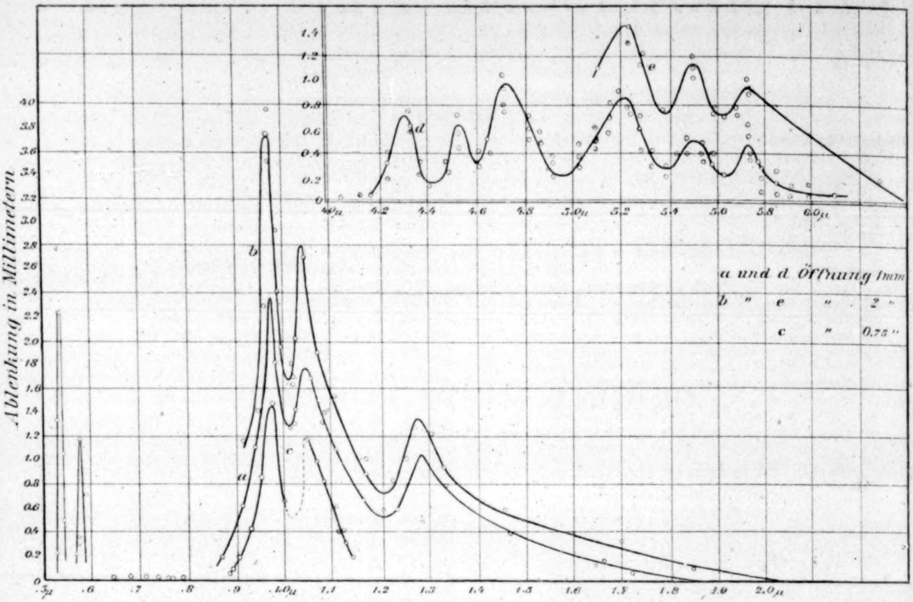
Die Verteilung der Maxima ist in Fig. 1 dargestellt. Für das Bereich von 1 $\mu$ ist der Mittelwert aus verschiedenen Ablesungen eingetragen worden; hinter 4 $\mu$ haben wir hingegen Einzelablesungen gegeben. Die Maxima fallen auf $\lambda = 0.97$, 1.045, 1.285, 4.28, 4.52, 4.73, 5.20, 5.50 und 5.73 $\mu$. Die Breite des im Bereich des Radiometerflügels liegenden Spektrums betrug bei 1 $\mu$ etwa 0.13 $\mu$. Der Versuchsfehler bei 1 $\mu$ beträgt weniger als 0.01 $\mu$, während er bei 4 $\mu$ etwa 0.03 $\mu$ betragen dürfte.

Kayser und Runge[1]) haben das Vorhandensein eines Quecksilbertriplets bei $\lambda = 0.9497$, 0.6595 und 0.5906 $\mu$ vorhergesagt. Sie fügen jedoch ausdrücklich hinzu, dass diese Linien auch noch weiter nach dem Ultraroten liegen können.

Die bei 0.97 $\mu$ gefundene zeigt nun eine auffällige Übereinstimmung mit dem vorausgesehenen Werte 0.9497 $\mu$, zumal wenn man sich vergegenwärtigt, dass dieser vorausgesehene Wert als kleiner als der wirkliche angegeben wurde. Der Umstand, dass das Radiometer die beiden anderen vermuteten Linien nicht festzustellen im stande war, ist kein Grund zur Annahme, dass dies nicht die dritte sei.

Noch interessanter ist der Umstand, dass die Differenz zwischen $^1/\lambda$ ($18^8$) für das Maximum bei $\lambda = 1.045$ und 1.285 $\mu$, d. h. $V_2 = 1790$ ganz auffällig nahe mit den Werten im sichtbaren Spektrum übereinstimmt ($V_2 = 1730$, 1767 — — —). Diese beiden Linien scheinen zu einem anderen Triplet zu gehören, dessen dritte Komponente bei 3.1 $\mu$ liegt. Da in der Gegend von 3 $\mu$ das Radiometer zeitweise geringe Ablenkungen zeigte, die als zweifelhaft notiert wurden, und da in allen anderen Teilen des Spektrums von 2 bis 4 $\mu$ eine derartige Wirkung nicht zu beobachten war, so liegt die Annahme nahe, dass die Angaben bei 3 $\mu$ der Wirklichkeit entsprachen. Die so grosse Verschiedenheit der Intensität dieser Linien kann zum Teil daran liegen, dass der Spalt in den beiden Spektralbereichen verschiedene Winkel

1) Wied. Ann. **41**, 302, 1890.




Spektralenergie-Kurve des Quecksilber-Lichtbogens (Arons'sche Lampe).

umspannte und dass die verwertete Linie bei 3 $\mu$ isoliert ist, während die anderen in einer Gruppe vorkommen, innerhalb deren die Intensität einer jeden durch die benachbarten beeinflusst ist.

Wenn man die Zahlen 0.97, 1.03 und 1.29 $\mu$ mit 4.4 multipliziert, so sind die Produkte 4.27 4.57 und 5.68 $\mu$, während die beobachteten Maxima 4.28 4.52 und 5.73 $\mu$ sind. Ob die Maxima bei 4 bis 6 $\mu$ die Linienserien des Triplets bei 1 $\mu$ sind, ist nicht festgestellt worden; jedoch ist die Übereinstimmung bei Anwendung des Faktors 4.4 sehr auffällig.

Physikalisches Laboratorium der Cornell University, Nov. 1902.

(Aus dem Englischen übersetzt von A. Gradenwitz.)

(Eingegangen am 3. Januar 1903.)

## Über optische Resonanz.

2. vorläufige Mitteilung. Optische Resonanz als Ursache der Färbung der Schmetterlingsflügel.

Von J. Kossonogoff.

Indem ich mich mit weiteren Untersuchungen der optischen Resonanz[1]) beschäftigte, stiess ich auf den Gedanken, ob es nicht möglich sei, die Färbung der Schuppen auf den Flügeln der Schmetterlinge (Lepidoptera) durch optische Resonanz zu erklären. Jene Schuppen haben eine spezielle den Zoologen wohl bekannte Struktur: man bemerkt auf ihnen eine sogenannte „Skulptur". Deswegen schien es mir wünschenswert, jene Skulptur etwas eingehender zu untersuchen. Bei dieser Untersuchung erzielte ich so auffallende Resultate im Sinne der optischen Resonanz, dass ich es nicht überflüssig halte, sie kurz zu besprechen.

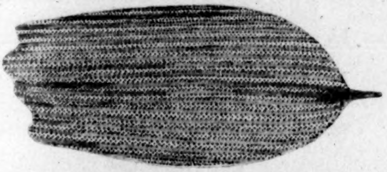
Ich habe zahlreiche mikroskopische Präparate der Schuppen von verschiedenen Schmetterlingen verfertigt und untersuchte die Struktur der Schuppen im Zusammenhange mit der Färbung jenes Ortes des Flügels, von dem die Schuppen genommen waren.

Bei einer linearen Vergrösserung von 800 bis 1200 mal bemerkt man in allen Fällen eine ähnliche Gestalt und Beschaffenheit: jedes Schuppchen stellt nämlich eine Chitinschicht dar, von einer Reihe gegenseitig paralleler Rippchen oder Fasern durchzogen. Auf diesen Fasern und hauptsächlich zwischen ihnen befinden sich in ziemlich regelmässiger Ordnung fast runde Körnchen von einer bestimmten Grösse. In der Figur ist die äussere Gestalt eines Schuppchens dargestellt.

Beim Vergleichen der Grösse der Körnchen auf den Schuppen schien diese Grösse je nach

1) Siehe meine erste Mitteilung in dieser Zeitschrift 4, 208, 1903.

der Färbung jenes Ortes des Flügels, von dem die Schuppen genommen waren, verschieden zu sein; auf ein und derselben Schuppe dagegen schienen die Körnchen miteinander beinahe gleich zu sein. Deswegen wandte ich mich zur Messung der Grösse der Körnchen. Zu diesem Zwecke diente mir ein vortreffliches Mikroskop [1]) von der Firma R. Fuess in Steglitz; dieses Mikroskop hat einen Schraubenmikrometer, dessen jedes Trommelintervall, bei linearer Vergrösserung 795mal, gleich 0,065 $\mu$



ist (nach der Angabe der Firma, wie auch nach meinen eigenen kontrollierten Messungen).

Bei den Messungen operierte ich folgendermassen: da in vielen Stellen einer Schuppe die Intervalle zwischen den Körnchen, den Durchmessern der Körnchen, fast gleich sind, so wählte ich in einer Schuppe eine Reihe von Körnchen, die den oben erwähnten Bedingungen entsprachen, bestimmte gewöhnlich viermal (rechts und links Schraube drehend) die gemeinsame Länge, z. B. von fünf Körnchen mit fünf Intervallen, und zählte danach die Durchmesser der Körnchen; dann wählte ich eine andere Reihe von Körnchen an einer anderen Stelle derselben Schuppe, führte die Messungen wie früher aus u. s. w. Nach Beendigung der Messungen an einigen (meistenteils 10) Stellen einer Schuppe führte ich eine andere Schuppe von demselben Präparat ins Sehfeld des Mikroskops ein und operierte wie früher.

1) Dieses Mikroskop erhielt ich zu meiner Verfügung im hiesigen Geologischen Institut vom Herrn Dr. B. Tarassenko, dem ich meinen innigsten Dank hier sage.

Um eine Beurteilung dieser Messungen zu geben, führe ich einen Auszug aus meinen Protokollen an.

$^1/_{14}$ Dec. Präparat No. 21a. Schuppen vom Flügel des Schmetterlings Callimorpha Dominula. Färbung des Ortes, von dem die Schuppen zum Präparieren genommen sind, — hellrot.

Schuppe No. 1. Messung der Dimensionen der Körnchen in der den Rippchen parallelen Richtung. (Tabelle I.)

Mitteldurchmesser der Körnchen in Trommelintervallen ist gleich 10,17. Derselbe in $\mu$ ist gleich $0{,}065 \times 10{,}17\ \mu = \underline{0{,}6610}\ \mu$.

Messung der Dimensionen der Körnchen derselben Schuppe in der zur früheren $\perp$ Richtung. (Tabelle II.)

Mitteldurchmesser der Körnchen in Trommelintervallen = 10,39.

Mitteldurchmesser der Körnchen in $\mu = 0{,}065 \times 10{,}39 = \underline{0{,}6754}\ \mu$.

Schuppe No. 2. Messung der Dimensionen der Körnchen in der den Rippen parallelen Richtung. (Tabelle III.)

Tabelle I.

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| I. Nr. der Stelle auf der Schuppe | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| II. Zahl der gemessenen Körnchen $\times 2$ | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 8 | 8 |
| III. Zahl der entsprechenden Trommelintervalle | 104 | 104 | 105 | 104 | 98 | 98 | 98 | 105 | 81 | 80 |
| IV. Mitteldurchmesser der Körnchen in Trommelintervallen | 10,4 | 10,4 | 10,5 | 10,4 | 9,8 | 9,8 | 9,8 | 10,5 | 10,12 | 10,0 |

Tabelle II.

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| I. Nr. der Stelle auf der Schuppe | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| II. Zahl der gemessenen Körnchen $\times 2$ | 4 | 6 | 6 | 6 | 8 | 6 | 8 | 6 | 6 | 6 |
| III. Zahl der entsprechenden Trommelintervalle | 40 | 67 | 66 | 62 | 87 | 62 | 90 | 62 | 56 | 56 |
| IV. Mitteldurchmesser der Körnchen in Trommelteilungen | 10,0 | 11,17 | 11,0 | 10,33 | 10,88 | 10,33 | 11,25 | 10,33 | 9,33 | 9,33 |

Tabelle III.

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| I. Nr. der Stelle auf der Schuppe | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| II. Zahl der gemessenen Körnchen $\times 2$ | 10 | 4 | 10 | 10 | 8 | 8 | 10 | 10 | 8 | 10 |
| III. Zahl der entsprechenden Trommelintervalle | 90 | 46 | 119 | 110 | 87 | 85 | 105 | 100 | 82 | 106 |
| IV. Mitteldurchmesser der Körnchen in Trommelteilen | 9,0 | 11,5 | 11,9 | 10,0 | 10,87 | 10,62 | 10,5 | 10,0 | 10,25 | 10,6 |

Tabelle IV.

| | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| I | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| II | 4 | 10 | 6 | 6 | 8 | 8 | 8 | 10 | 8 | 8 | 2 | 4 |
| III | 40 | 93 | 50 | 67 | 88 | 96 | 85 | 92 | 90 | 92 | 20 | 42 |
| IV | 10,0 | 9,3 | 8,33 | 11,17 | 11,0 | 12,0 | 10,63 | 9,2 | 11,25 | 11,5 | 10,0 | 10,5 |

Mitteldurchmesser der Körnchen in Trommelintervallen = 10,52; derselbe in $\mu$ ist gleich $0{,}065 \times 10{,}52 = \underline{0{,}6838}\ \mu$.

Messung in der zur früheren ⊥ Richtung. Dieselbe Orientierung der Tabelle wie oben. (Tabelle IV.)

Mitteldurchmesser in Trommelteilungen = 10,407; derselbe in $\mu$ ist gleich $0{,}065 \times 10{,}407 = \underline{0{,}6765}\ \mu$.

Schuppe Nr. 3. Messungen längs der Rippchen.

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| I | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| II | 8 | 8 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| III | 83 | 80 | 100 | 100 | 100 | 107 | 120 | 106 | 106 | 94 |
| IV | 10,37 | 10,0 | 10,0 | 10,0 | 10,0 | 10,7 | 12,0 | 10,6 | 10,6 | 9,4 |

Mitteldurchmesser in Trommelintervallen = 10,37; derselbe in $\mu$ ist gleich $0{,}065 \times 10{,}37 = \underline{0{,}6740}\ \mu$.

Messung in der zur früheren ⊥ Richtung.

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| I | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| II | 8 | 10 | 10 | 4 | 10 | 10 | 10 | 10 | 4 | 4 |
| III | 77 | 102 | 92 | 49 | 95 | 95 | 90 | 105 | 50 | 40 |
| IV | 9,63 | 10,2 | 9,2 | 12,25 | 9,5 | 9,5 | 9,0 | 10,5 | 12,5 | 10,0 |

Mitteldurchmesser der Körnchen in Trommelteilungen = 10,23; derselbe in $\mu$ ist gleich $0{,}065\ \mu \times 10{,}23 = \underline{0{,}6649}\ \mu$.

Mitteldurchmesser der Körnchen von allen Bestimmungen bezogen ist gleich $\underline{0{,}6643}\ \mu$.

Die oben angeführten Zahlen übersehend, merkt man, dass einzelne Bestimmungen der zu suchenden Grösse des Körnchendurchmessers miteinander sehr gut übereinstimmen, dass also die Grösse der Körnchen sehr wenig variiert und fast konstant für Schuppen einer bestimmten Farbe bleibt. Genau dieselbe Konstanz habe ich bei den Schuppen anderer Farben gefunden.

Auf beschriebene Weise habe ich bis jetzt bei meinen Untersuchungen folgende Resultate erhalten:

| Namen der Schmetterlinge | Zygaena Ephialtes | Zygaena Philipendulae | Callimorpha Dominula | Catacala Nupta | Argynnis Adippe | Zygaena Philipendulae | Lycaena Meleager | Callimorpha Dominula | Callimorpha Hera |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Färbung des Ortes der Flügel, von dem die Schuppen genommen waren | Rot | Karminrot | Hellrot | Orange | Grünl.-gelb | Grün | Violett | Schwarz | Schwarz |
| Zahl der einzelnen Messungen . . | 25 | 30 | 62 | 35 | 30 | 30 | 25 | 61 | 50 |
| Durchmesser der Körnchen auf den Schuppen in $\mu$ . . . . . . . | 0,796 | 0,6812 | 0,6643 | 0,6162 | 0,5538 | 0,5070 | 0,4095 | 0,35696 | 0,3598 |

An diesen Zahlen bemerken wir, *dass die Grösse der Körnchen je nach der Farbe der Schuppen verschieden ist. Ausserdem sehen wir ein merkwürdiges Übereinstimmen dieser Zahlen mit den Lichtwellenlängen der nämlichen Farbe, die der untersuchten Flügelstelle eigentümlich war.* Diese Übereinstimmung erscheint noch bemerkenswerter, wenn man ins Auge fasst, dass *die Körnchen von den schwarzen Schuppen kleinere lineare Dimensionen als die Wellenlängen des sichtbaren Teiles des Spektrums haben.*

Gestützt auf die oben angeführten Zahlen können wir, so scheint es mir, sagen, dass die Färbung der Schmetterlinge (Lepidoptere) durch optische Resonanz verursacht ist, *dass die auf den Schuppen der Flügel übergelagerten Körnchen je nach ihrer Grösse das Licht einer bestimmten Farbe reflektieren.* Demgemäss können wir sagen, dass sich die untersuchten Körnchen zum Lichte auf ähnliche Weise verhalten, wie auch metallische Körnchen, deren Verhältnis zum Lichte in meiner ersten Mitteilung über optische Resonanz besprochen war.

Doch ist hier zu bemerken, dass auffallenderweise die Dimensionen der Körnchen auf Schuppen den entsprechenden Wellenlängen gleich sind. Was für Körnchen sind es? Bestehen sie aus einem Pigmente im gewöhnlichen Sinne? Ich nässte einige Flügel (von Papilio Machaon, Callimorpha Dominula, Vanessa Cardui), während 96 Stunden in Alkohol, Xylol, danach in 3 prozentiger Lösung von $H_2O_2$, durch, bemerkte aber darauf keine Änderung ihrer Färbung. Es ist daher wahrscheinlich, dass die Körnchen auf den untersuchten Schuppen Chitin (wie auch die Schuppen selbst), also dielektrische Körnchen sind.

Es sei noch bemerkt, dass das polarisierte Licht, nachdem es vom Flügel des Schmetterlings reflektiert ist, durch den Nicol nicht ausgelöscht werden kann.

Weitere dies betreffende Überlegungen verschieben wir bis zum Erhalten umfangreicherer Resultate.

Zum Schluss möge es mir gestattet sein zu fragen, was im physikalischen Sinne die sogenannten Pigmente seien? Was im allgemeinen verursacht die Farbe der Körper? Es scheint mir kaum zweifelhaft, dass auch hier optische Resonanz eine entscheidende Rolle spielt und dass die Farbe beliebiger Körper durch Mikrostruktur ihrer Oberfläche im Zusammenhange mit der optischen Resonanz bestimmt wird. Wenn wir die optisch-resonierenden Körnchen auf der Oberfläche beliebiger Körper nicht ge-

wahr werden, so kann das doch dadurch erklärt werden, dass die Körnchen in starken Schichten einander superponiert sind. Um sie erblicken zu können, müssen wir möglichst dünne Schicht (etwa 1 $\mu$) nehmen.[1])

1) Die hier erwähnten Untersuchungen sind von mir in der Sitzung der Kiewschen Phys.-Mathem. Gesellsch. vom 15. Dez. 1902 mitgeteilt.

Kiew, Physikalisches Laboratorium der K. Universität, im Dezember 1902.

(Eingegangen 5. Januar 1903.)

## Eine einfache Methode zur Bestimmung von Dielektrizitätskonstanten.[1])

Von Jean Billitzer.

In einem inhomogenen elektrischen Felde erfährt ein heterogenes System dielektrischer Medien eine Verschiebung. Da nämlich die Anteile mit höherer D.K. stärkeren Antrieb zu den Orten höchsten Potentiales erfahren, erfolgt eine Bewegung der Teile zu einander, deren Sinn und Grösse einen Rückschluss auf Sinn und Grösse der Differenz ihrer D.K. zu ziehen gestatten.

Diese Erscheinung kann man auf einfache Weise zur Bestimmung von D.K. benützen, wenn man die Bewegung eines festen Körpers z. B. in verschiedenen Flüssigkeiten bekannter D.K. unter dem Einflusse eines inhomogenen elektrischen Kraftfeldes beobachtet. Dies wird erreicht, indem man etwa der zu prüfenden Substanz die Form eines feinen Fadens oder einer kleinen Kugel erteilt, mit einer Spur Kollodium an einen Quarzfaden befestigt und so in eine Flüssigkeit hängt, deren D.K. bekannt ist. Durch zwei Platindrähte, die in unmittelbarer Nähe dieses Pendels eingeführt sind, wird dann ein Wechselstrom (zur Vermeidung polarer Wirkungen) gesandt, dessen Frequenz gross ist gegen die Eigenschwingung des Pendels, während man die Ablenkung des Fadens durch ein kleines Mikroskop mit Mikrometer-Okular beobachtet. Nun wird die Flüssigkeit gegen eine andere vertauscht und man wiederholt die Beobachtungen so lange, bis man mehrere positive und negative Ausschläge (wenn man mit dem Zeichen die Richtung des Ausschlages bezeichnet) erhält, deren graphische Aufzeichnung eine Interpolation gestattet.

Jede reine Flüssigkeit von gutem Isolationsvermögen, die auf den untersuchten Körper nicht einwirkt, ist zum Versuche geeignet. Um ihre D.K. jedoch stufenweise ändern zu können, verwandte ich ein Gemisch von Hexan und

1) Auszug aus den Ber. der Wiener Akad. Bd. CXI.

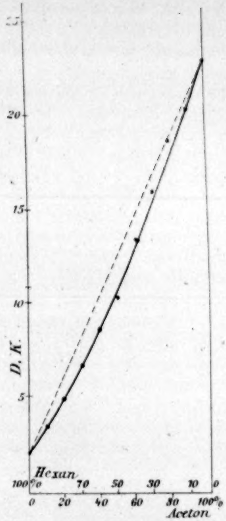



Fig. 1.

Aceton. Diese Flüssigkeiten sind in allen Verhältnissen mischbar, besitzen weit abstehende D.K. (1,85 und 23,07) und gestatten es daher, innerhalb dieser Grenzen alle beliebigen D.K. durch Mischung herzustellen. Da geringfügige Zusätze von Aceton die D.K. rasch ansteigen lassen, wirkt seine schwache Leitfähigkeit nicht störend auf die Messung ein.

Um unerwünschte Störungen durch kapillare Kräfte an der Oberfläche der Flüssigkeit zu vermeiden, werden die Platindrähte knapp unterhalb der Oberfläche zweimal rechtwinklig abgebogen, so dass sie unmittelbar an das Pendel herangeführt werden können, ohne einen Meniskus daselbst zu bilden. Um ferner bei den aufeinanderfolgenden Beobachtungen vergleichbare Ausschläge zu erhalten, darf bei dem Vertauschen der Flüssigkeiten an der Lage des Pendels und der Drähte nichts geändert werden. Dies erreicht man leicht, indem man die Flüssigkeit in ein kleines Becherchen füllt, dessen Inhalt dann durch Senken des Gefässes gewechselt wird.

Es erübrigte noch zu untersuchen, in welcher Weise die D.K. von Hexan durch Zusatz von Aceton geändert wird. Herr Ehrenhaft[1]) hat die D.K. dieser Gemische nach der Nernstschen Methode gemessen; die beistehende Kurve (Fig. 1) giebt das Resultat seiner Messungen wieder. In derselben ist der Prozentgehalt an Hexan bez. Aceton in Volumen ausge-

1) Ber. d. Wiener Akad. 1902.

drückt. Die D.K. des Gemisches weicht, wie man sieht, nicht erheblich von der Mischungsregel ab; immerhin ist die Abweichung zu berücksichtigen.

Mit Hilfe dieser Daten wurden nun die D.K. mehrerer Körper bestimmt. Als Beispiel führe ich hier die Beobachtungen an, welche ich an einer Glassorte anstellte, deren D.K. nach der Kondensatormethode = 4,1 gefunden worden war. Das Glas wurde sodann in sehr feine Fäden ausgezogen und lieferte folgende Resultate:

| Zusammenhang der Flüssigkeit in Volumteilen | | D.K. dieses Gemisches | Ausschlag des Fadens in willkürl. Masse |
|---|---|---|---|
| Hexan | Aceton | | |
| 1 | 0 | 1.85 | — 10 |
| 9 | 1 | 3.46 | — 2 bis — 3 |
| 6 | 1 | 4.2 | + 1 bis + 2 |
| 4 | 1 | 4.81 | + 5 |
| 3 | 1 | 5.9 | + 10 |
| 1.5 | 1 | 8.4 | + 17 |

Die Gemische wurden immer nur einmal zur Messung verwendet, Aceton und Hexan vor Feuchtigkeit geschützt aufbewahrt und unmittelbar vor der Messung gemischt.

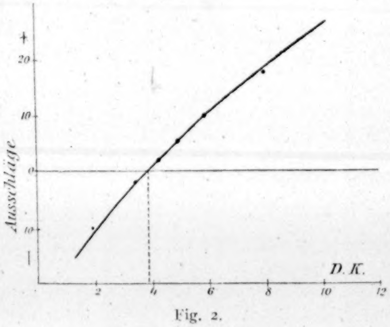


Fig. 2.

Figur 2 stellt die Ergebnisse dieser Messungsreihe graphisch dar, durch Interpolation findet man D.K. = 3,9 in genügender Übereinstimmung mit dem oberen Werte.

Die Methode ist erheblichen Verfeinerungen zugänglich, dürfte aber schon in der beschriebenen Form in Fällen anwendbar sein, in denen man nur kleine Substanzmengen zur Verfügung hat, oder die D.K. innerhalb bestimmter Grenzen rasch ermitteln will. Sie ist auch auf Flüssigkeiten anzuwenden, wenn man sich einen Satz von Pendeln bekannter und verschiedener D.K. aicht und der Reihe nach in die zu prüfende Flüssigkeit einführt (hierzu eignen sich z. B. Glasfäden verschiedener Glassorten D.K. 4—10) und sie dürfte sich daher in speziellen Fällen als recht bequem erweisen.

(Eingegangen 7. Dezember 1902.)

## Über die durch elektrische Funken erzeugte polare Erwärmung und über den Widerstand, den dieselben im Wasserstoff finden.

E. Villari.

Zusammenfassung.

I. Funken von Kondensatoren, welche von einer spitzen Thermosäule zur anderen, oder von einer Thermosäule zu einer Kugel, oder von einer Säule zu einer Scheibe springen, erhitzen die Thermosäule in annähernd demselben Grade, einerlei ob sie positiv oder negativ ist.

Die Erwärmung der Pole, die durch Funken aus Kondensatoren erzeugt wird, nimmt vielleicht mit der Länge der Funken etwas zu.

Die Erwärmung nimmt zu mit den Ladungen, mit dem Potential, und mit Ladungen und Potential der Kondensatoren.

Die Erwärmung nimmt bei abnehmendem Drucke des Stickstoffes, in welchem die Funken der Kondensatoren überspringen, ein wenig zu.

Die durch Funken im Stickstoff erzeugte Erwärmung der Pole ist mehr als $2\frac{1}{2}$ mal grösser als die durch Funken im Wasserstoff erzeugte.

II. Der Strom einer Wimshurstschen Maschine zwischen zwei Thermosäulen, oder einer Thermosäule und einer Kugel oder einer Scheibe in Luft, erhitzt die Säule sehr viel (3- bis 5 mal) stärker, wenn sie negativ als wenn sie positiv ist.

Die Erwärmung der Pole, die durch einen Strom zwischen zwei Thermosäulen hervorgebracht wird, verändert sich wenig mit ihrer Entfernung, deutet aber vielleicht auf eine Entfernung mit einem maximalen thermischen Effekt hin.

Die Intensität des Stromes zwischen Säule und Kugel oder zwischen Säule und Scheibe verändert sich nicht mit der Richtung; die grössere Erwärmung der negativen Säule muss also einer besonderen Eigentümlichkeit des Stromes und nicht der Veränderung seiner Intensität zugeschrieben werden. Im Wasserstoff erhitzt der Strom die Kathode sehr viel stärker als die Anode; die Erwärmung der Pole ist jedoch geringer als beim Stickstoff.

III. Funken des Induktors zwischen zwei Thermosäulen, oder zwischen einer Thermosäule und einer Kugel erhitzen die Säule sehr viel stärker (3- bis 4 mal), wenn sie negativ als wenn sie positiv ist.

Nach Messung mit meinem Galvanometer mit vollständiger Isolierung verändert sich die Intensität der induzierten Entladung nicht, wenn die Entladung von einer spitzen Säule zu einer Kugel oder umgekehrt stattfindet; die stärkere Erhitzung der Kathode ist also durch eine eigentümliche Wirkung der Entladung verursacht und nicht durch die verschiedene Intensität, die durch die veränderte Richtung der Entladung hervorgebracht wird.

In verdünntem Stickstoff, der einen kleinen Widerstand hat, passieren direkte und umgekehrte Funken und die Entladungen sind sehr viel energischer: desshalb ist die polare Erhitzung durch besagte Entladungen sehr viel grösser als im Stickstoff bei gewöhnlichem Drucke. Ich liess die Entladung der Spule zwischen zwei Paaren von Thermosäulen in Reihenschaltung übergehen; diese Paare waren in zwei Ballons eingeschlossen, einer enthielt Stickstoff bei normalem Drucke, der andere solchen bei einem Drucke von 8 oder 10 mm; ich mass die Erwärmung stets mit derselben Säule, änderte dabei die Spannung des Stickstoffes in den beiden Ballons derart, dass die Entladung beim Durchgang durch beide Ballons, stets einen höchsten, konstanten Widerstand traf; indem ich nun die Richtung der Entladung umkehrte, bemerkte ich: dass die Erwärmung der Kathode stets sehr viel grösser als die der Anode ist, sowohl im normalen wie im verdünnten Stickstoff; dass im verdünnten Stickstoff die polare Erwärmung etwas geringer als im normalen ist.

Bei Verwendung beider Ballons, eines mit Stickstoff und eines mit normalem Wasserstoff gefüllten wurde, wie oben beobachtet:

dass im Wasserstoff die Erwärmung der Kathode stärker ist als die der Anode und dass im Wasserstoff die Erwärmung der Pole (bei gleicher Intensität der Entladung) etwas niedriger als in Stickstoff ist.

IV. Mass ich die Intensität des induzierten Stromes mit meinem Galvanometer mit vollkommener Isolierung, oder durch die Erwärmung der Thermosäule, so ergab sich:

a) Dass der induzierte Strom mehr abnimmt, wenn er einen Funken im Wasserstoff hervorbringt, als bei Produktion des gleichen Funkens im Stickstoff oder in Luft;

b) dass die Widerstände, welche der Entladung von einer 12,86 mm dicken Schicht von Wasserstoff oder Stickstoff entgegen gestellt werden, gleich sind mit den Widerständen einer 15 mm dicken, 99 und 59 cm langen Wassersäule;

c) dass eine 36,5 mm dicke Schicht Wasserstoff der Entladung einen ungefähr gleichen Widerstand bietet wie eine 49 mm dicke Schicht Kohlenanhydrid. Es verhält sich bei diesen Versuchen der Wasserstoff also wie ein Gas von grösserem Widerstand wie die Luft und das Kohlenanhydrid.

Diese Versuche müssen noch wiederholt und verändert werden. Analoge Resultate erhielt man bei Herstellung des elektrischen Bogens, der im Wasserstoff einen grösseren Widerstand findet als in der Luft.

Die in dieser Arbeit besprochenen Versuche sind vor ungefähr 15 Jahren gemacht worden.

(Aus dem Italienischen übersetzt von H. Rhumbler.)

(Eingegangen 15. Dezember 1902.)

## Mitteilungen aus dem physikalischen Institute der Universität Pisa (Direktor A. Battelli).

### No. 15[1]: M. Allegretti, Über das Edisonsche Phänomen.

1. Das Edisonsche Phänomen besteht bekanntlich in dem Übergang der Elektrizität von dem äussersten negativen Ende des Glühfadens einer gewöhnlichen Lampe zu einer Metallplatte, die im Innern der Lampe befindlich ist; mit dieser Erscheinung haben Preece[2]) und Fleming[3]), sich direkt, Stark[4]), Welland[5]), Hittorf[6]), Goldstein[7]) und andere sich indirekt beschäftigt. Trotz dieser zahlreichen Arbeiten bleibt die Frage ungelöst, ob das Edisonsche Phänomen einer Ionisation zuzuschreiben sei, oder ob einem wirklichen und eigentümlichen Ausschleudern negativ geladener Teilchen, oder einer Emission von den Kathodenstrahlen ähnlichen Strahlen, oder der einen und der anderen Ursache gemeinsam.

Um soviel als möglich das Phänomen zu erklären, habe ich eine neue Reihe von Versuchen unternommen.

2. Nachdem ich lange Zeit gewöhnliche elektrische Glühlampen verwendet hatte, die zum Zwecke der Einführung der Platte seitlich mit einem Röhrensystem versehen waren, musste ich mir einen Typus einer Lampe herstellen, bei der ein schneller Ersatz des Fadens möglich ist, und welche gleichzeitig die Möglichkeit bietet, die Entfernung zwischen Scheibe und Faden innerhalb ziemlich weit gesteckten Grenzen zu verändern. Zu diesem Zwecke liess ich mir einen kugelförmigen Glasballon von 12 cm Durchmesser machen, dessen Öffnung durch einen eingeschliffenen Stopfen geschlossen wurde; in diesem befanden sich drei Löcher. Durch die beiden seitlichen Löcher gingen die zum Tragen des Fadens bestimmten Elektroden hindurch; dieser war derselbe, wie man ihn bei gewöhnlichen Lampen verwendet; durch das mittlere Loch führte eine Röhre, die den Apparat mit einer Quecksilberpumpe in Verbindung setzte. Ferner befand sich an dem Ballon eine 10 cm lange, 2 cm Durchmesser besitzende Röhre, welche die Einführung der Platte ermöglichte.

Um Druckveränderungen zu vermeiden, die

1) No. 14: Diese Zeitschrift **4**, 181, 1902.
2) Proc. of the R. Society, **42**, 219, 1885.
3) Phys. Soc. 1896 e Phil. Mag. **42**. **52**, 1886.
4) Wied. Ann. **68**, 918, 1899.
5) Proc. of the Cambridge Phil. Soc. **10**, [4],241, 1900.
6) Wied. Ann. **21**, 133, 1884.
7) Wied. Ann. **24**, 79, 1885.

bei der erhöhten Temperatur durch die dem Faden entströmenden Gase entstehen, oder um sie wenigstens so weit herabzusetzen, dass sie vernachlässigt bleiben durften, verband ich meine Lampe nicht direkt mit der Pumpe, sondern mit einem Glasgefäss von etwa vierzigmal so grossem Rauminhalt, und hielt sie längere Zeit, ungefähr 2 bis 3 Stunden, bereits angezündet, ehe ich die Versuche begann, und setzte währenddem die Pumpe noch in Bewegung. Hierdurch blieb der Druck während eines ganzen Versuches konstant, wovon ich mich durch Messungen vor und nach jedem Versuch stets überzeugt habe.

Die elektromotorische Kraft des Stromes, welcher die Lampe speiste, betrug 110 Volt; im Stromkreis befand sich ein Galvanometer und ein veränderlicher Widerstand, um die Intensität des Stromes während eines ganzen Versuches stets konstant zu halten.

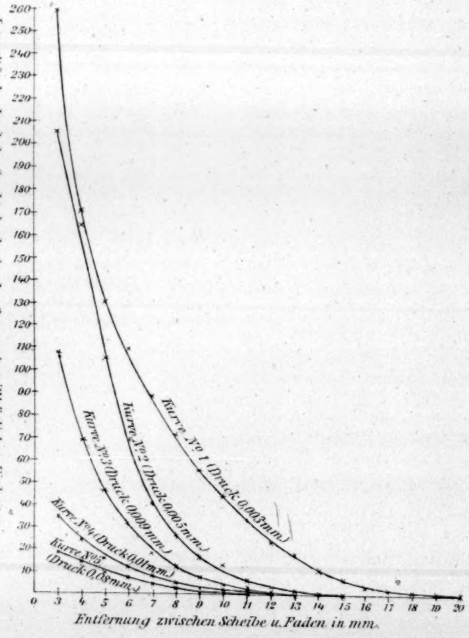
3. Die ersten Versuche hatten den Zweck zu prüfen, wie sich das Edisonsche Phänomen bei wechselnder Entfernung zwischen Platte und Faden verändert. Diese Versuche bei veränderter Entfernung wurden bei verschiedenen Drucken ausgeführt; wir erhielten folgende Kurven; die Entfernungen der Platte vom Faden sind als Abscissen gegeben, die Intensität des durch das Gas hindurchgehenden Stromes in willkürlichen Einheiten als Ordinaten.

Wir können nun aus den Kurven entnehmen, dass die Intensität des Stromes zwischen Platte und Faden um so grösser ist, je geringer der Druck im Innern der Lampe ist und dass, wenn dieser zunimmt, die Intensität sehr schnell geringer wird.

Hat der Druck sehr kleine Grössen, so gleicht die Kurve einem Aste der Hyperbel; nimmt der Druck zu, so wird die Krümmung der Kurve schwächer und zwar um so entschiedener, je mehr der Druck zunimmt.

4. Andere Versuche wendeten sich der Untersuchung zu, wie das Edisonsche Phänomen durch Veränderung der Oberfläche der metallischen Platte verändert wird.

Zu diesem Zwecke stellte ich zwei runde Scheiben $A$ und $B$ her, deren Dicke und Durchmesser grösser sind als die der Platte. Im Centrum der Rundscheibe $A$ brachte ich eine Höhlung an, in welche die Platte genau hereinpasste; in ähnlicher Weise besass die Rundscheibe $B$ eine Höhlung, in welche die Scheibe $A$ hereingepasst werden konnte. Beide Rundscheiben konnten an dem kleinen Messingbalken, welcher die Platte trug, hin und her geschoben werden; man konnte sie also im geeigneten Moment nacheinander auf dieselbe auffallen lassen; ihre Oberfläche wurde dadurch im Verhältnis von 1:4:9 vergrössert. Die Intensität des durch das Gas hindurchgehenden Stromes nahm zu, aber nicht proportional mit



der Vergrösserung der Plattenoberfläche: denn während diese im Verhältnis von 1:4:9 grösser wurde, stieg die Intensität des Stromes im Verhältnis von 1:2,4:3,6.

In der Folge untersuchte ich, ob das Edisonsche Phänomen irgendwelchen Einfluss auf eine lichtempfindliche Schicht ausübt. Diese Schicht umgiebt einen kleinen Metallcylinder und ist vor den Lichtstrahlen durch zwei Schichten von ganz dünnem schwarzen Papier geschützt; der Cylinder wird zwischen Platte und Faden gebracht. Da jedoch die lichtempfindliche Schicht durch das Steigen der Temperatur stark geschädigt wurde, bemühte ich mich, die Lampe nur in gleichmässigen Intervallen zu erregen, sodass die Schicht nur leicht erhitzt wird und sich im Intervall zwischen zwei aufeinander folgenden Glühperioden wieder abkühlen kann. Ich befestigte an die Achse eines Uhrwerks eine Metallscheibe, an ihre Peripherie war ein gleichfalls metallener kleiner Balken angelötet, der bei einer bestimmten Stellung der Platte in eine Quecksilberschale tauchte, die mit einem Pol des Hauptstroms verbunden war; die Achse des Uhrwerks war mit dem einen Ende des Fadens in Verbindung gebracht. Wurde nun das System in Gang gesetzt, so war der Stromkreis geschlossen, und die Lampe glühte nur in den Momenten, in welchen das kleine Bälkchen in die Schale tauchte. Durch Veränderung der Drehungsgeschwindigkeit kann man nach Belieben die Dauer des Glühens und des Intervalls zwischen zwei aufeinander folgenden Glühperioden verändern.

Die in der oben beschriebenen Weise aufgestellte lichtempfindliche Schicht wurde bei verschiedenen Versuchen immer zunehmenden Expositionsdauern bis zu vier Stunden ausgesetzt (die Dauer des Versuches betrug in diesem Falle drei aufeinander folgende Tage); doch konnte ich keinerlei Eindruck bemerken. Dieses negative Resultat schliesst jedoch einen photographischen Einfluss des Edisonschen Phänomens nicht aus. Es ist möglich, dass das Papier als Schirm dient, was man aus folgendem Versuch mutmassen möchte. Umgiebt man die Metallscheibe mit einer dünnen Papierhülle, so beobachtet man, auch wenn man den Versuch unter den dazu günstigsten Bedingungen ausführt, keinerlei Ablenkung am Galvanometer.

Da man die Schicht vor dem Lichte nicht schützen kann, ohne damit das Edisonsche Phänomen unwirksam zu machen, so versuchte ich bei unbedeckter Schicht zu experimentieren, und liess in den Glühfäden nur einen schwachen Strom passieren, der ihn nicht zum Glühen bringen konnte. Obwohl die Platte in geringster Entfernung vom Faden war, wurde das Galvanometer doch erst bei Beginn des Glühens abgelenkt; und so schwach dieses Glühen auch war, so reichte es doch aus, um die lichtempfindliche Schicht zu beeinflussen.

5. Da ich auf diesem Wege zu keinem positiven Resultat gelangen konnte, suchte ich zu prüfen, wie man durch ein magnetisches Feld das Edisonsche Phänomen näher kennen lernen kann; ich verwendete dabei folgende Anordnung. In einer kleinen kreisförmigen dcheibe befindet sich ein diametraler Spalt von ungefähr 1 mm Breite; hinter dieser Rundscheibe, in einer Entfernung von etwa 2 cm, stehen zwei halbkreisförmige Platten; jede ist von der andern isoliert; sie liegen in ein und derselben Ebene, so dass zwischen ihnen ein leerer Raum oder Spalt entsteht, der etwas breiter als der oben beschriebene Spalt ist und diesem parallel läuft. Von den oben beschriebenen Platten gehen zwei isolierte Kupferdrähte aus, von denen man bald den einen, bald den andern mit einer der Klemmschrauben des Galvanometers in Verbindung bringt, während der andere gewöhnlich mit dem positiven Ende des Glühfadens verbunden ist. Dieser Apparat wird ins Innere der Lampe gebracht und zwar so, dass die mittlere Linie der Spalte und der Faden in einer Ebene liegen. Aussen, mit der eigenen Achse parallel zu den beiden Spalten, befindet sich der Magnet in der Höhe zwischen der ersten und der zweiten Platte. Ist der Magnet nicht erregt, so beobachtet man beim Glühen der Lampe keinerlei Ablenkung auf dem Galvanometer, weil die Rundscheibe als Schirm wirkt; ist der Magnet erregt, so müsste der Strom eine der beiden Platten treffen, wenn er durch das Gas hindurch nach der einen oder andern Seite an der Ebene des Glühfadens und der beiden Spalte abgelenkt würde; das Galvanometer müsste dann anzeigen, welche der beiden Platten die getroffene war.

Wirklich wurde auch eine ganz kleine Ablenkung auf dem Galvanometer bemerkbar, sowie der Faden anfing zu glühen; in der Folge wurde die anfängliche Ablenkung stärker, wenn man einen Südpol heranbrachte, während die linke Platte mit dem Galvanometer verbunden war, oder auch bei Annäherung des Nordpols bei Verbindung der rechten Platte mit dem Galvanometer.[1])

Aus obigen Versuchen darf man folgendes schliessen:

a) Die dem Edisonschen Phänomen zuzuschreibende Intensität des Stromes nimmt mit zunehmender Entfernung zwischen Platte und

1) „Links" und „rechts" ist hier auf einen Beobachter bezogen, den man sich im Innern der Lampe stehend denken muss; seine Füsse stehen nach der unten befindlichen Schleife des Glühfadens zu, während er nach den Platten hin sieht.

Faden ab. Die Abnahme ist eine viel raschere, als es das Gesetz der Proportionalität mit sich bringt, wenn der Druck nur ziemlich geringe Grössen hat (Kurve 1, 2, 3); nimmt der Druck zu, so nähert sich die Kurve einer geraden Linie an (Kurve 4, 5). Die Intensität des durch das Gas hindurchgehenden Stromes, die ein und derselben Entfernung, aber verschiedenen Drucken entspricht, ist maximal für die niedrigsten Drucke; steigt der Druck, so nimmt dieselbe sehr schnell ab.

b) Die Intensität des durch das Gas hindurchgehenden Stromes nimmt zu mit einer Vergrösserung der Plattenoberfläche. Die Zunahme geht nicht proportional der Grössenzunahme, sondern sehr viel weniger schnell als letztere von statten.

c) Das Edisonsche Phänomen hat keinerlei Einfluss auf eine lichtempfindliche Schicht, die von schwarzem Papier bedeckt zwischen Faden und Platte befindlich ist.

d) Ein magnetisches Feld bringt die gleiche Verminderung der Stromintensität durch das Gas hindurch hervor, einerlei ob es positiv oder negativ ist. Diese Verminderung rührt von der Thatsache her, dass der Strom von einem magnetischen Pole in derselben Weise wie die Kathodenstrahlen abgelenkt wird.

Die im Vorhergehenden auseinandergesetzten Thatsachen können meiner Ansicht nach in folgender Annahme ihre Erklärung finden. Bei Drucken von stets ziemlich bedeutenden Grössen scheint mir das Edisonsche Phänomen überwiegend von der vom Gas dank der erhöhten Temperatur erworbenen Leitungsfähigkeit herzurühren; später, wenn der Druck abnimmt, gewinnt eine Strahlung irgendwelcher Art das Übergewicht. Man kann nicht entscheiden, ob die von mir genannte Leitungsfähigkeit thatsächlich elektrolytischer Natur ist. Meine Versuche scheinen dagegen zu sprechen. Sicher ist aber, dass jene Leitfähigkeit allein für den ganzen Übergang der Elektrizität von der Platte zum Faden nicht ausreicht. Dass irgend eine Art von Strahlung vorhanden ist, findet seine Bestätigung durch meine Versuche über die Veränderungen, die ein magnetisches Feld in dem durch das Gas hindurchgehenden Strome hervorruft. Diese lassen daran denken, dass besagte Strahlung derselben Natur sein möchte wie die der Kathodenstrahlen.

Man kann hiergegen einwenden, dass, falls es sich wirklich um Kathodenstrahlen handelte, die lichtempfindliche Schicht irgend eine Beeinflussung aufweisen müsste.

Es könnte sich jedoch um eine Art von Kathodenstrahlen handeln, die zu schwach sind, das schwarze Papier zu durchdringen.

(Aus dem Italienischen übersetzt von H. Rhumbler.)

(Eingegangen 16. Dezember 1902.)

## Unmittelbare Beobachtung stehender elektrischer Drahtwellen.

Von J. J. Borgmann.[1])

Zur Demonstration der elektrischen Schwingungen, die in den zwei parallelen Drähten des Sekundärstromkreises einer Lecherschen Anordnung entstehen, wurde von L. Arons[2]) im Jahre 1892 eine lange (250 cm) breite (Durchmesser 6 cm) Glasröhre empfohlen, in welcher parallel der Achse zwei Aluminiumdrähte gezogen sind, und aus der die Luft bis auf eine Spannung von wenigen Millimetern entfernt worden ist. Beim Einschalten der Röhrendrähte in den Sekundärstromkreis einer Lecherschen Anordnung und beim Funktionieren des Hertzschen Schwingungserregers leuchtet im Innern der Röhre das Gas zwischen den Drähten an den den Schwingungsbäuchen entsprechenden Stellen. Diese Leuchterscheinungen ermöglichen ein unmittelbares Ausmessen der Länge der entstandenen stehenden elektrischen Wellen. Im Jahre 1899 beobachtete W. D. Coolidge[3]) ein ganz ähnliches Leuchten zweier dünner paralleler Messingdrähte, welche sich in freier Luft befanden und deren Abstand zwischen 2 und 30 mm betrug (der günstigste Abstand war 10 bis 20 mm). Dieses Leuchten war nur viel schwächer als das bei der Aronsschen Anordnung beobachtete. Ungeachtet dessen gelang es W. D. Coolidge, dieses Leuchten zu photographieren.

Ich hatte einige Male die Gelegenheit, die Aronssche Röhre bei Vorlesungsdemonstrationen über stehende elektrische Wellen zu verwenden. Experimente, die ich vor einiger Zeit gemacht habe, zeigten mir, dass sich die unmittelbare Beobachtung dieser Wellen im Drahte erzielen lässt und die Erscheinung dabei sogar deutlicher hervortritt, falls man eine bis zu einigen Millimetern evakuierte Röhre mit nur einem längs der Röhrachse eingeschmolzenen Draht gebraucht. Dabei kann der andere Draht des Sekundärstromkreises in beliebiger Entfernung sich befinden. Ich gebrauche Röhren solcher Art, wie ich bei der Untersuchung des Leuchtens verdünnter Gase unter Einwirkung eines Induktorpols verwendete.[4]) Der axiale Draht einer solchen Röhre wird an den an einem Ende überbrückten Sekundärstromkreis eines Drudeschen[5]) Apparates zur Bestimmung von Dielektrizitätskonstanten flüssiger Körper eingeschaltet. Beim Funktionieren

1) Physikalisches Institut der Kaiserlichen Universität St. Petersburg.

2) Arons, Wied. Ann. **45**, 553, 1892.

3) Coolidge, Wied. Ann. **67**, 578, 1899.

4) Borgmann, diese Zeitschr. **2**, 659, 1901; **3**, 433, 1902.

5) Drude, Wied. Ann. **61**, 466, 1897.

[redacted]

des von einem Tesla-Transformator und einem kleinem Induktor (3 cm Funkenlänge) gespeisten Blondlot-Vibrators, entstehen im Inneren der Röhre auf dem Drahte spindelförmige Leuchterscheinungen, welche durch dunkle Zwischenräume voneinander abgeteilt sind. Bei Änderung der Lage des ersten Brückendrahtes ändert sich die Länge der im Stromkreise entstandenen Wellen, also auch die Zahl der einzelnen Leuchterscheinungen (Schwingungsbäuche) auf dem Röhrendraht. Bei Verwendung dieses ersten Brückendrahtes werden die Leuchterscheinungen in der Röhre besonders beständig.

Die beigegebene Zeichnung ist eine Kopie einer photographischen Aufnahme (Exposition 8 Minuten) der Erscheinung in einer 1 m langen Röhre. Die dunklen Flecken auf den Drahtenden sind Schatten von Gummiröhren, auf denen die Glasröhre an den betreffenden Stellen aufgehängt war; die Distanz zwischen diesen Stellen auf der Röhre betrug 778 mm. Bei Einschaltung einer zweiten Röhre in die andere Seite des Sekundärstromkreises erhält man selbstverständlich in der zweiten Röhre dieselbe Erscheinung; zu Demonstrationszwecken ist die Verwendung zweier paralleler Röhren besonders geeignet. Der Durchmesser der Röhre übt selbstverständlich keinen Einfluss auf die Erscheinung aus; bei gleichem Sekundärstromkreis entsteht in Röhren von verschiedenem Durchmesser eine und dieselbe Erscheinung. Die Gasspannung ist von Einfluss auf das mehr oder weniger deutliche Hervortreten der Erscheinungen. Bei sehr kleinen Luftspannungen erfüllt das Leuchten den ganzen Querschnitt der Röhre und die dunklen Räume zwischen den einzelnen Leuchterscheinungen treten weniger scharf hervor. Am besten evakuiert man die Röhre bis zu einer Spannung von 4—5 mm.

Ich kann nicht unerwähnt lassen, dass die spindelförmigen Leuchterscheinungen auf dem Drahte nicht sofort nach Inganglassen des Vibrators auftreten; man muss dazu eine kleine Zeit, bis 2—3 Minuten abwarten. Erst dann fangen die Drähte an zu leuchten und entstehen die beständigen Lichtspindeln. Dabei muss der Unterbrecher des Induktors ziemlich rasch arbeiten; bei langsam und unregelmässig arbeitendem Unterbrecher tritt die Erscheinung überhaupt nicht auf. Bei Verwendung des vorderen Brückendrahts gelingt es zuweilen nicht, die Lichterscheinungen auf dem Röhrendraht hervorzurufen. In diesem Falle entfernt man am besten den Brückendraht und wartet ab, bis das Leuchten sich einstellt, wonach man die Brücke am entsprechenden Orte (der durch einige vorhergehende Versuche aufgefunden worden ist) einstellt. Ohne vorderen Brückendraht entstehen wohl auch Schwingungsbäuche auf dem Drahte, sie sind aber lange nicht so ruhig, wie bei Verwendung dieser Brücke.

(Eingegangen 25. Dezember 1902.)

## Über Elektrizitätszerstreuung bei nebeligem Wetter.

Von A. Gockel.

Der Einfluss, den Nebel auf das elektrische Verhalten der Atmosphäre ausübt, kann ein sehr verschiedenartiger sein. Die im Herbst und Winter auftretenden Bodennebel pflegen, wie die Erfahrung lehrt, das Potentialgefälle beträchtlich zu erhöhen und zwar nach der sehr wahrscheinlichen Annahme der Herren Elster und Geitel dadurch, dass sie die gegen den Erdboden zu wandernden positiven Ionen in sich zurückhalten. Ferner habe ich selbst früher die Beobachtung gemacht, dass oberhalb stagnierender Nebelschichten das elektrische Feld eine starke Erhöhung erfährt.[1]) Aufsteigende Nebel dagegen beeinflussen unter Umständen das Elektrometer gar nicht, oder sie vermindern das Potentialgefälle manchmal sogar so weit, dass dasselbe negativ wird.[2]) Die Beobachtung Wilsons, dass in erster Linie die negativen Ionen die Kerne bilden, auf denen die Nebeltröpfchen sich kondensieren, lässt eine negative Ladung von Nebeln erklärlich erscheinen.

Um die noch wenig studierte Ionenführung von Nebeln mittelst des Zerstreuungsapparates zu prüfen, begab ich mich im verflossenen September auf das Brienzer Rothorn. Ich wählte diese 2300 m hohe Felskuppe mit Rücksicht auf ihre isolierte Lage und ihre leichte Zugänglichkeit. Die Zerstreuungsbeobachtungen wurden ebenso wie meine früheren Messungen mit dem Elster und Geitelschen Apparate ausgeführt. Der Schutzcylinder bestand aus Drahtgeflecht mit etwa 2 cm weiten Maschen. Um Ionengehalt und Ionenbeweglichkeit getrennt messen zu können und sich von der wechselnden Windstärke unabhängig zu machen, wäre es vorteilhaft gewesen, gleichzeitig mit dem Ebertschen Apparate zu arbeiten. Leider kam ich nicht rechtzeitig in den Besitz eines geeigneten Aspi-

1) Gockel, Luftelektrische Untersuchungen (Collectanea Friburgensia N. F. IV), Freiburg (Schweiz) 1902, S. 25 u. 28.

2) Chauveau, Recherches sur l'électricité atmosphérique, I. mémoire, p. 13.

rators. Während der 8 Tage, die ich auf dem Berge zubrachte, war dieser niemals ganz nebelfrei. Nur an einem Tage, dem 27., war es mir möglich, auch eine zusammenhängende Reihe aktinometrischer Beobachtungen anzustellen, aus denen ich Schlüsse auf die Transparenz der Atmosphäre ziehen wollte. Aus den wenigen gewonnenen Zahlen ergab sich indessen nur, dass bei gleicher Sonnenhöhe die Intensität der Strahlung beträchtlich höher war als in Freiburg und etwa der im März in Zermatt beobachteten gleichkam. Die Transparenz der Atmosphäre an dem betreffenden Tage kann also als eine normale angesehen werden. Aber selbst an dem einen Tage, an dem die Spitze den ganzen Tag nebelfrei blieb, lag unten auf dem Brienzer See und im Marienthale, einem Seitenthale des Entlibuch dicker Nebel, der gegen Abend für kurze Zeit bis zu 1800 m Höhe emporstieg. Niemals aber hob sich die Nebelschicht hoch über den Berg. Mit Ausnahme weniger Stunden war durch den Nebel, der die Spitze umgab, der blaue oder nur wenig bewölkte Himmel sichtbar. Meistenteils wogte das Nebelmeer am Berge auf und ab, bald die Spitze für kurze Zeit völlig einhüllend, bald wieder für einige Viertelstunden die oberen Hänge bis auf 1500 m herab und damit gleichzeitig die prachtvolle Aussicht auf das gegenüberliegende Berner Oberland freigebend. Bei starkem Winde zogen in rascher Folge einzelne Nebelschwaden über den Grat des Berges weg, während der Himmel kaum bewölkt erschien.

Gleichzeitig mit den Zerstreuungsbeobachtungen führte ich Messungen des Potentialgefälles, des Luftdruckes, der relativen Feuchtigkeit und der Temperatur in der üblichen Weise aus. Die Messungen des Potentialgefälles auf eine ebene Fläche zu reduzieren, erlaubten die Terrainverhältnisse nicht. Selbstverständlich wurde stets an derselben Stelle, etwa 25 m vom Gasthofe entfernt, gemessen. Die Stärke des elektrischen Feldes schwankte in unregelmässiger Weise, die beobachteten Werte hingen von der Intensität des herrschenden Windes und der Höhe der Nebelschicht ab. An dem einen grösstenteils nebelfreien Tage beobachtete ich ein Gefälle von ca. 300 Volt per Meter. Als gegen Abend der Nebel heraufkam, stieg dasselbe auf 680 $\frac{\text{Volt}}{\text{Meter}}$. Während der Tage, an denen der Berg fast vollständig mehr oder minder stark in Nebel eingehüllt war, schwankte das Potentialgefälle an meinem Beobachtungsplatz zwischen 500 und 750 Volt. Über eine merkwürdige Erscheinung, die sich einmal während des Sonnenunterganges einstellte, soll später im Zusammenhang mit ähnlichen Beobachtungen referiert werden.

Die Zerstreuung betreffend ist vorweg zu nehmen, dass an dem einzigen schönen Tage, an dem aber, wie bemerkt, der Nebel über dem Brienzer See niemals verschwand, $q = \frac{a_-}{a_+}$, d. h. das Verhältnis der Geschwindigkeiten, mit der sich negative und positive Ladungen zerstreuten, im Laufe des Tages ziemlich regelmässig anstieg; nur um die Mittagszeit trat eine kurze Unterbrechung dieses Steigens ein.

Ich führe die Zahlen hier an, weil sie einen Vergleich nahelegen mit der von Ebert[1]) konstatierten täglichen Variation des Verhältnisses $q$.

| | | $a_-$ | $a_+$ | $q$ |
|---|---|---|---|---|
| | | Prozent | | |
| 27. IX. 02 | 6—7$^h$a. | 10,2 | 8,8 | 1,31 |
| | 9—10$^h$a. | 15,1 | 8,9 | 1,68 |
| | 10—11$^h$a. | 13,55 | 4,82 | 2,81 |
| | 1—2$^h$p. | 8,26 | 4,09 | 2,02 |
| | 2—3$^h$p. | 10,93 | 3,23 | 3,38 |
| | 4—5$^h$p. | 7,99 | 3,32 | 2,41 |
| | 5—5$^h$30 p. | 8,38 | 3,32 | 2,84 |
| | 5$^h$30—6 p. | 10,43 | 2,11 | 4,93 |
| | 8—9$^h$p. | 17,46 | 17,22 | 1,02 |

Die mittägige Depression des Wertes $q$ tritt etwas später ein, als Ebert in der Ebene beobachtet (11—12$^h$a.), sie steht ebenso wie das von Ebert auf der bayrischen Hochebene und von mir in der Sahara und auch hier beobachtete abendliche Maximum des Wertes $q$ im Zusammenhang mit dem gegen Mittag fast überall beobachteten Sinken und dem Abends vielfach konstatierten raschen Ansteigen des Potentialgefälles.

Die in der letzten Zeile der obigen Tabelle angeführten Werte der Zerstreuungskoeffizienten sind die höchsten, die ich bis jetzt beobachtete. Sie kommen denen gleich, die Elster und Geitel auf dem Säntis und dem Gornergrat beobachtet haben. Es sind nämlich meine Zahlen ungefähr mit 3 zu multiplizieren, um vergleichbar zu sein mit denen, die bei Anwendung eines Schutzcylinders aus Messing gewonnen wurden. Die angeführten Werte von $q$ sind bedeutend höher als im Flachlande, wo, abgesehen von einigen Abendstunden $q$ den Wert 1,2 selten übersteigt. Die hohen Werte von $q$ sind weniger auf eine Erhöhung von $a_-$ als auf eine Erniedrigung von $a_+$ zurückzuführen.

Dichte, nässende Nebel, die den Berg vollständig einhüllten, drückten den Zerstreuungskoeffizienten für positive und negative Ladungen auf Werte herab, die zwischen 4 und 6 Proz. per Minute schwankten.

Die Abnahme der Zerstreuungsgeschwindigkeit ist für negative Ladungen etwas stärker als für positive, so dass $q$ im allgemeinen zwischen 1 und 2 schwankt. Nur einmal fiel dieser Wert

1) Ebert, Nachrichten der K. Ges. d. Wiss. zu Göttingen, Math.-phys. Klasse, Heft 3. 1902. Vgl. auch diese Zeitschr. **4**, 93, 1902.

auf 0,79. Es war dies am 25. IX. $9^h$ a. Dabei belehrte das Durchschimmern der Sonne, dass die Dichte des Nebels nach oben rasch abnahm. Wenn der Beobachtungsort selbst nebelfrei war, während einige hundert Meter weiter unten die Nebel auf- und abwogten, waren die elektrischen Verhältnisse von den eben geschilderten nur graduell verschieden. Die Zerstreuung sowohl negativer als auch positiver Ladungen war weniger gehemmt, der Wert von $q$ schwankte zwischen 0,91 und 2,02. Nur einmal wurde unter solchen Verhältnissen um $5^h$ p. der Wert 2,41 beobachtet. Im allgemeinen wurde also bei nebeligem Wetter der Wert von $q$ niedriger befunden als bei heiterem, und das ist deshalb bemerkenswert, weil ich im Flachlande während der im Herbst und Winter den Boden bedeckenden Nebel fast stets das Gegenteil beobachtet habe. Die Zerstreuungsgeschwindigkeit positiver Ladungen, die bei heiterem Wetter immer einige Prozente pro Minute beträgt, sinkt während solcher auf $^1/_2$ bis 1 Proz., so dass das Verhältnis $q$ auf 4,8 steigen kann, auf jeden Fall bei dichtem Nebel nicht unter 2 heruntergeht, während der normale Wert, wie oben bemerkt, 1—1,2 beträgt.

Schwacher Dunst, der am 27. gegen 3 p. die Aussicht störte, übte, wie die obige Tabelle zeigt, keinen erkennbaren Einfluss auf das Zerstreuungsvermögen aus, während der herbstliche und winterliche Dunst in der Ebene in seiner Wirkung auf den Zerstreuungsapparat sich von den dichteren Bodennebeln nicht unterscheidet. In Zermatt habe ich einmal an einem Märzmorgen, während ein leichter Dunst die Hänge des Thales verschleierte, den Wert $q$ zu 4,98 gemessen. Die Erklärung des elektrischen Verhaltens der Bodennebel bietet keine Schwierigkeiten. Die Herren Elster und Geitel nehmen an, dass die gegen den Erdboden zu wandernden positiven Ionen in dem Nebel zurückgehalten werden. Während die Beweglichkeit der Ionen beider Arten gehemmt ist, bewirkt der sich bildende Überschuss positiver Ionen, dass eine negative Ladung relativ rascher zerstreut wird als eine positive. Es erklärt sich auf diese Weise sowohl die Erhöhung des Wertes $q$ als auch die des Potentialgefälles, das, während solche stagnierende Nebel den Boden bedecken, den Wert von $1000 \frac{\text{Volt}}{\text{Meter}}$ erreichen kann. Ganz wie die Bodennebel verhielt sich ein dünner Nebel der am Morgen des 28. IX. den Gipfel des Rothorns umgab. Das gegenüberliegende Hochgebirge und die einige hundert Meter tiefer am Rothorn gelegenen Alpen waren mehr oder weniger deutlich sichtbar. Auch liess sich eine schwache Bedeckung des Himmels mit Altocumuli unterscheiden. Das Potentialgefälle erreichte den Wert von $700 \frac{\text{Volt}}{\text{Meter}}$. Der Zerstreuungskoeffizient negativer Ladungen, $a_-$, wurde gefunden zu 8,03 Proz., $a_+$ zu 1,43 Proz., $q = 5,77$. Gegen Mittag nahm $a_-$ immer mehr ab, während $a_+$ ziemlich konstant blieb, so dass gegen 3 p. $q$ auf 1,19 gesunken war. Der Nebel wurde im Laufe des Vormittags immer dichter, gegen 2 p. trat zuerst Graupel- dann Schneefall ein. Während also, wie die langsame Zerstreuung positiver Ladungen zeigt, die Beweglichkeit der als Kondensationskerne dienenden negativen Ionen schon am Morgen im dünnen Nebel gelähmt war, nimmt mit zunehmender Dichte des Nebels auch die der positiven Ionen ab. Aus dem Umstande, dass hier schon von Anfang an der Wert von $a_+$ sehr gering war, ziehe ich den Schluss, dass die hohen Werte von $q$, welche in Bodennebeln beobachtet werden, nicht nur auf eine Einwanderung positiver Ionen, sondern auch auf eine stärkere Hemmung der Beweglichkeit der negativen Ionen zurückzuführen sind.

Dass $q$ während dichter Nebel auf dem Berge stark sinkt, habe ich wiederholt beobachtet. Am 29. IX. $9^h$ a. fand ich in einem nässenden Nebel, der aber die Sonne durchschimmern liess und gegen Mittag den Berggipfel für einige Zeit ganz freigab, $a_- = 5,09$ Proz., $a_+ = 5,95$ Proz., $q = 0,79$.

Ein Überschuss positiver Ionen, wie er bei schönem Wetter in der Nähe der Berggipfel stets vorhanden ist, findet sich im Nebel nicht mehr in diesem Masse, im Gegenteil es kann die Zerstreuung positiver Ladungen, wie die obigen Zahlen zeigen, rascher erfolgen. Auch die Messungen des Potentialgefälles deuten nicht immer auf einen Überschuss positiver Ionen hin. Wenigstens liessen die einzelnen Nebelschwaden, die über den Berg wegzogen, einen Einfluss auf das Elektrometer nicht erkennen. Allerdings wirkte unter diesen Umständen der starke Wind sehr störend, und in dichtem nässenden Nebel wurden die Messungen durch die Schwierigkeit, die Isolation gut zu erhalten, beeinträchtigt. Einige Male haben allerdings stagnierende Nebel eine deutliche Erhöhung des Potentialgefälles herbeigeführt. Immerhin geht aus der von mir genügend konstatierten Tnatsache, dass Nebelbildung auf dem Rothorn den Wert von $q$ gegenüber dem bei schönem Wetter beobachteten herabdrückt, hervor, dass ein Überschuss positiver Ionen in der Nähe des Zerstreuungsapparates bei Nebel nicht vorhanden war. Da nun unzweifelhaft eine Wanderung der positiven Ionen gegen den Berg hin in noch viel stärkerem Masse stattfindet als gegen den Boden des Flachlandes, so muss in den die Bergspitze umgebenden Nebel bereits eine Trennung der als Kondensationskerne dienenden negativen und der beweglich bleibenden positiven Ionen stattgefunden haben. Die in

der Höhe sich kondensierenden Nebel bilden sich in einem aufsteigenden Luftstrome. Es ist nun denkbar, dass dieser Luftstrom die positiven Ionen mit sich emporreisst, während den mit Nebeltropfen beladenen negativen eher eine Fallbewegung zukommt. Dass gerade leichte Niederschläge vorwiegend negative Elektrizität zur Erde führen, ist von den Herren Elster und Geitel nachgewiesen worden. Auch ist schon seit langem bekannt, dass häufig mit der Annäherung von Regenwolken an einen Ort das Potentialgefälle daselbst sinkt und sogar negativ wird. Ich selbst habe während Schneegestöbern fast stets eine raschere Zerstreuung der positiven als der negativen Elektrizität, also einen Überschuss negativer Ionen gefunden. Man kann zur Erklärung der bei nebeligem Wetter beobachteten niederen Werte von $q$ auch annehmen — und das würde sehr gut mit der oben angeführten allmählichen Erniedrigung der Zerstreuungsgeschwindigkeit negativer Ladungen stimmen — das mit zunehmender Übersättigung auch die positiven Ionen Kondensationskerne bilden und dadurch in ihrer Beweglichkeit gehemmt werden. Aber dann entsteht die Frage, warum sich trotzdem bei Bodennebeln der Überschuss positiver Ionen so stark geltend macht. Um diese Frage befriedigend beantworten zu können, darf man meines Erachtens den Nebel allein für den Überschuss positiver Ionen am Boden nicht verantwortlich machen, sondern muss die ganze Wetterlage in Betracht ziehen. Die herbstlichen und winterlichen Bodennebel bilden sich fast ausschliesslich im Gebiete einer Anticyklone, also unter der Herrschaft absteigender Luftströme. Solche Luftströme führen aber, wie schon von den verschiedensten Seiten konstatiert wurde, stets einen Überschuss positiver Ionen mit sich. Ebert[1]) hat durch Beobachtungen im Ballon nachgewiesen, und ich[2]) selbst habe dieselbe Thatsache bei Messungen auf Bergen beobachtet, dass sich im Gebiete einer Anticyklone über dem winterlichen Bodennebel ein Überschuss positiver Ionen findet, so dass der Wert von $q$ oberhalb des Nebels sogar noch ein grösserer sein kann als im Nebel selbst. Eine Erklärung für den Reichtum der absteigenden Luft an positiven Ionen kann man in der Thatsache finden, dass Ebert[3]) bei einer Ballonfahrt in der Höhe von über 3000 m einen starken Überschuss positiver Ionen gefunden hat. Übereinstimmend damit haben ja auch die im Ballon von verschiedenen Forschern ausgeführten Potentialgefällmessungen das Vorhandensein positiver Massen in ca. 3000 m Höhe nachgewiesen.

Umgekehrt erscheint es, als ob aufsteigende Luftströme, auch wenn sie nicht zur Bildung von Wolken Veranlassung geben, negative Ionen mit sich führen. Dass bei heiterem Wetter positive Ladungen rascher zerstreut wurden als negative, dass $q$ also kleiner als 1 war, habe ich hier in Freiburg fast ausschliesslich bei fallendem Barometer, also unter der Herrschaft aufsteigender Luftströme beobachtet. Auch auf dem Rothorn wurden einigemale bei sinkendem Barometer verhältnismässig niedere Werte von $q$ beobachtet, wenn der Berg entweder ganz frei von Nebeln oder diese letzteren wenigstens 800 m unter dem Beobachtungsplatze blieben. So wurde, wie schon angegeben, am 27. zwischen 8 und 9 p. bei vollständig klarem Himmel und hübscher Aussicht auf die Lichter des 15 km entfernten Interlakens gemessen $a_- = 17{,}49$ Proz., $a_+ = 17{,}22$ Proz., $q = 1{,}02$. Das Barometer war in raschem Fallen begriffen.

Es wurde abgelesen am:

| | | |
|---|---|---|
| 27. | $1^h 30$ p. | 583,40 |
| | $2^h$ p. | 583,13 |
| | $4^h 30$ p. | 582,88 |
| | $6^h 30$ p. | 582,45 |
| | $10^h$ p. | 582,35 |
| 28. | $7^h$ a. | 580,28 |

Ebenso blieb während des ganzen 29. das Verhältnis $q$ stets unter 1,5, obgleich nur zweimal, nämlich zwischen $9$—$10^h$ a. und $5$—$6^h$ p. der Nebel über 1500 m emporstieg. Die Schweiz befand sich an diesem Tage in einem Depressionsgebiete, der Luftdruck auf dem Rothorn betrug nur 572 mm. Einen aussergewöhnlich niedrigen Wert von $q$ beobachtete ich am 23. III. in Zermatt, als sich der Himmel in einer Pause zwischen zwei Schneegestöbern für einige Stunden aufklärte. Ich fand damals:

$$a_- = 5{,}93 \text{ Proz.}$$
$$a_+ = 11{,}59 \text{ Proz.}$$
$$q = 0{,}51.$$

Der gleichzeitig herrschende Barometerstand war der niedrigste, den ich während meiner Anwesenheit in Zermatt beobachtete.

Vielleicht geben diese Zahlen auch anderen Beobachtern Anlass, ihr Material darauf zu prüfen, ob sich ein Zusammenhang der Ionenführung der Luft, speziell der Grösse $q$, mit dem Barometerstand herausstellt. Ein solcher Zusammenhang müsste sich bei ruhigem Wetter auch in der täglichen Kurve von $q$ zeigen, besonders an den Orten, an denen die tägliche Periode des Luftdruckes sehr ausgeprägt ist.

Ich glaube, dass auch die von mir in der Sahara angestellten Beobachtungen[1]) auf einen solchen Zusammenhang hinweisen.

1) Ebert, Sitzungsber. d. K. Akad. zu München, Math.-phys. Kl. **31**, 45, 1901.
2) Gockel, l. c., S. 25 u. 28.
3) Ebert, l. c., S. 50.

1) Gockel, Diese Zeitschr. **3**, 209, 1902 und Luftelektrische Untersuchungen, S. 8 u. ff.

Freiburg (Schweiz), Dezember 1902.

(Eingegangen 29. Dezember 1902.)

## Über Elektrizitätszerstreuung in der Atmosphäre.

Von Paul Czermak.

Da ich nun seit einem Jahre regelmässige Zerstreuungsbeobachtungen sowohl selbst, als auch unter Mithilfe einiger Studierender hier ausgeführt habe, so möchte ich auf einige allgemeine Resultate hinweisen, die sich schon jetzt aus denselben erschliessen lassen. Die ausführliche Bearbeitung des ganzen Beobachtungsmateriales muss ich mir aber auf eine spätere Zeit aufbewahren, da ich aus Gründen der Gleichmässigkeit des Materiales die Beobachtungen noch bis Ende März fortführen muss und der Extensobericht in den Sitzungsberichten der Wiener Akademie abgedruckt wird, mit deren reichlicher materieller Unterstützung die Durchführung dieser Arbeit überhaupt ermöglicht wurde.

Aus dem bisherigen Materiale aber ergiebt sich folgendes:

1. Ein deutlicher jährlicher Gang der Zerstreuung. Im Winter treten die kleinsten Werte auf und nehmen dieselben gegen den Sommer hin zu, wo sie dann durch längere Zeit auf einer ziemlichen Höhe bleiben. Im Herbste tritt langsame Abnahme ein, um sofort beim Eintritte der eigentlichen Winterkälte und insbesonders beim Erscheinen der Schneedecke wieder auf die kleinsten Werte herab zu gehen.

2. Ein deutlicher täglicher Gang und zwar mit einem auffälligen Minimum zwischen 11 und 12 Uhr Mittags und einem Maximum am Nachmittage zwischen 4 und 5 Uhr. Dieses letztere rückt vom Sommer gegen den Winter zu näher an den Mittag heran und verschwindet oft bei eingetretenem Frostwetter und ausgebreiteter Schneedecke.

3. Auffälliges Ansteigen der Zerstreuung tritt bei Föhnwind auf und zwar ist dieser Einfluss am deutlichsten in den Wintermonaten zu beobachten, wo jeder Föhntag sofort gegen die anderen Tage herausfällt. An Föhntagen ist auch das nachmittägige Maximum erhalten.

4. Die grössten Werte der Zerstreuung treten aber bei Tagen mit starker Kumulusbildung, also bei starkem aufsteigendem Luftstrome, auf. Es zeigt sich dies bereits im Frühjahre und noch mehr an Gewittertagen im Hochsommer.

5. Korrespondierende Beobachtungen in der Höhe ergaben die bekannte Zunahme der negativen Zerstreuung und eine Verschiebung des mittägigen Minimums und nachmittägigen Maximums um ca. 2 Stunden gegen den Nachmittag zu.

Zur Erklärung dieser Erscheinungen ist zu berücksichtigen, dass die Beobachtungen in einem Gebirgsklima stattfinden und sich in denselben die lokalen Verhältnisse widerspiegeln müssen.

Wie aus den hiesigen meteorologischen Beobachtungen deutlich folgt, zeigt sich ein grosser Einfluss der Insolation. Diese kommt sowohl in den Temperatur-, als auch in den Luftdruckverhältnissen zum Ausdrucke.

In der Darstellung des täglichen Ganges des Luftdruckes nach der Besselschen Formel, welche Hann in letzterer Zeit so fruchtbar angewandt hat, giebt das 1. Glied mit der 24-stündigen Periode die gleiche Zunahme vom Winter zum Sommer an, wo es zu auffällig grossen Werten anwächst. Wir haben daher auf die regelmässigen aufsteigenden Luftströmungen des Gebirgsklimas bei Beurteilung des täglichen Ganges und der Zunahme der Konvektionsströmungen beim jährlichen Gang Rücksicht zu nehmen.

Nachdem durch die Beobachtungen von Lenard, Elster und Geitel die Ionisierung der Luft durch ultraviolette und durch Sonnenstrahlung erwiesen ist, so muss dieser Faktor hier zur Geltung kommen.

In noch höherem Masse aber wird sich der Einfluss der von Elster und Geitel nachgewiesenen hohen Ionisierung der Bodenluft geltend machen. Bei allen Umständen, wo das Aufsteigen derselben gefördert wird, muss sich eine Erhöhung der Zerstreuung zeigen. Bei Frostwetter und noch mehr bei starker Schneedecke wird diese Wirkung abgeschnitten sein. Das nachmittägige Maximum, die Zunahme der Zerstreuung gegen den Sommer hin und die hohen Werte bei Kumulusbildung finden darin ihre beste Erklärung, sowie das Auftreten der kleinsten Werte im Winter.

In den Wintermonaten kommt dann der höhere Ionengehalt der Föhnluft auch besser zur Geltung, während er in der übrigen Zeit durch den Einfluss der Bodenluft oft überdeckt wird. Ebenso ergiebt die Verschiebung der Extremwerte im täglichen Gang der Zerstreuung auf der Höhe gegen den Nachmittag zu, das verspätete Eintreffen der Thalluft am Berggipfel an.

Die genaueren quantitativen Verhältnisse können aber erst aus der statistischen Bearbeitung des ganzen Materiales gewonnen werden, worüber ich mir eine spätere Mitteilung vorbehalte.

Innsbruck, 7. Januar 1903.

(Eingegangen 10. Januar 1903.)

---

## Über die Strahlungserscheinungen des Wasserstoffsuperoxyds.

Von L. Graetz.

Die photographischen Wirkungen des Wasserstoffsuperoxyds, von denen vor kurzem eine

Reihe sonderbarer Erscheinungen angegeben wurden[1]), wurden von mir als Strahlungserscheinungen bezeichnet, aus Gründen, die ich dabei kurz angeführt habe. Es sollen in diesem Aufsatz diese Gründe vollständig besprochen werden und zugleich die besondere Art dieser Strahlung etwas näher charakterisiert werden.

Da bei einem Körper, wie es das Wasserstoffsuperoxyd ist, offenbar eine erhebliche Anzahl von Möglichkeiten vorliegt, auf die man die beobachtete Wirkung zurückzuführen vermuten kann, so soll auch gezeigt werden, dass alle anderen Möglichkeiten nicht zutreffen.

Das Hauptargument für meine Behauptung ist die Thatsache, dass die Wirkung durch dünne Schichten von festen Körpern, insbesondere Metallen hindurchgeht. Bei Körpern wie Gelatine und Ebonit oder dergl. mögen die sekundären Erscheinungen wirken, welche Russel für den Durchgang der Wirkungen angenommen hat, bei den Metallen fallen solche Möglichkeiten fort. Es sind nun auch nicht bloss die dünnsten Schichten von Metallen, welche durchdrungen werden. Wendet man nicht die gewöhnliche käufliche dreiprozentige Lösung des $H_2 O_2$ an, sondern die konzentrierteste 30 prozentige Lösung, welche von Merck in Darmstadt geliefert wird, so kann man sich leicht überzeugen, dass die Strahlen nicht bloss eine einzige Schicht des unechten Blattgoldes, sondern 2, 3, 4 und mehr Schichten durchdringen und innerhalb 2 bis 15 Minuten ein deutliches Bild auf der Platte hervorbringen. Bei den Versuchen mit Aluminiumfolie ist Vorsicht geboten. Man darf die Exposition nicht zu lange ausdehnen, da das Aluminium in der feuchten ozonhaltigen Atmosphäre angegriffen wird. Die mikroskopische Untersuchung des angewendeten 1 $mm^2$ grossen Stückes, welches einen Ausschnitt verschloss, vor und nach dem Durchgang der Strahlen liess keine Andeutung eines Loches erkennen. Trotzdem bekam man in 25 Minuten mit dem einmal geschlagenen Aluminium (das zweimal geschlagene ist viel dünner) ein deutliches Bild durch dasselbe hindurch.

Für die erhaltenen Wirkungen kämen nach der Natur des Wasserstoffsuperoxyds folgende Möglichkeiten in Frage. Die Wirkung könnte entstehen 1. durch Dämpfe des $H_2 O_2$, 2. durch Wasserstoffmoleküle $H_2$, 3. durch Sauerstoffmoleküle $O_2$, 4. durch freie Hydroxylgruppen $OH$, 5. durch Ozon $O_3$, 6. durch etwaige Verbindungen des Sauerstoffs resp. Wasserstoffs mit dem Stickstoff der Luft, 7. durch Gasionen. Eine weitere Möglichkeit liegt nicht vor. Die Annahme von Gasionen, die man bisher nur hypothetisch kennt, würde nach dem bisherigen Sprachgebrauch, wie bei den Kathoden- und Kanalstrahlen die Erscheinung als eine Strahlung charakterisieren. Von den anderen Erklärungsversuchen lassen sich einige sehr leicht, andere umständlicher widerlegen.

Es möge mit Fall 2 und 3 begonnen werden. In Bezug auf die Wirkung von Gasen auf die photographische Platte hat Lengyel[1]) gezeigt, dass Sauerstoff nach 10—12 stündiger Einwirkung kein Resultat, feuchter Wasserstoff nach 10 Stunden Exposition kräftige Anregung auf die Platte giebt. Ob diese Wirkung des Wasserstoffs eine direkte ist, mag dahingestellt bleiben. Für unsere Zwecke genügt es, die Wirkung des $H_2 O_2$ und des $H_2$ zu vergleichen. Es wurde ein Wasserstoffstrom während 22 Minuten auf eine Platte, die unter einfachem Goldblatt sich befand, geleitet. Sie gab keine Spur von Wirkung, während gleichzeitig eine Platte mit dreifachem Goldblatt über $H_2 O_2$ stark angeregt wurde und nach dem Entwickeln ein kräftiges Bild gab.

Ebensowenig wirkte ein Strom von Sauerstoff.

Die Hypothese 4, dass Hydroxylgruppen im $H_2 O_2$ vorhanden wären, ist chemisch[2]) und physikalisch[3]) nicht aufrecht zu erhalten. Trotzdem wurde sie dadurch geprüft, dass Lösungen von $KOH$ mit 10 bis 50 Proz. desselben, die sicher Hydroxylgruppen enthalten, hergestellt wurden und die Platte mit Goldblatt bedeckt über sie gebracht wurde. Es ergab sich keine Spur von Wirkung.

Ebensowenig zeigte stark ozonisierter Sauerstoff, der auf die Platte geleitet wurde, eine Wirkung, womit die Hypothese 5 fällt.

Zur Prüfung der Hypothese 6 wurde die Schale mit $H_2 O_2$ und die Platte in eine Atmosphäre von Kohlensäure gebracht. Die Wirkung trat normal auf, wodurch bewiesen ist, dass Stickstoffverbindungen nicht die Ursache sind.

Es bleibt nur noch die Annahme zu besprechen, die zunächstliegend erscheint, dass es die Dämpfe des $H_2 O_2$ wären, welche die Platte affizieren. Obwohl man nicht einsehen kann, wie Dämpfe von $H_2 O_2$ durch Metalle und Gelatine und Ebonit hindurchgehen sollen, wurde doch diese Annahme einer eingehenden Untersuchung unterzogen. In der früheren Arbeit wurde gezeigt, dass Salmiaknebel und Ätherdampf von dem angewendeten Luftstrom vollständig fortgeblasen wurden, während die Wirkung des $H_2 O_2$ hindurchging. Ich habe die Geschwindigkeit des Luftstroms noch vergrössert, bis auf über 70 Meter pro Sekunde. Die leichtflüchtigsten Gase, Chlor im Chlorwasser und

1) L. Graetz, diese Zeitschr. **4**, 160, 1902.

1) M. v. Lengyel, Wied. Ann. **66**, 1162, 1898.
2) J. W. Brühl, Chem. Ber. **28**, 2847, 1895. **30**, 162, 1897.
3) H. T. Calvert, Drudes Ann. **1**, 483, 1900.

Schwefelwasserstoff in kalt gesättigter Lösung gaben unter diesen Umständen auf ihre feinsten Reagensmittel, Jodkaliumstärkepapier für das Chlor und Bleiacetatpapier für das andere, in derselben Zeit keine Wirkung mehr, in der das Wasserstoffsuperoxyd noch die Platte affizierte. Da $H_2 O_2$ weniger flüchtig ist als Wasser (die Lösungen werden durch Abdampfen des Wassers konzentriert), so müssen die Dämpfe dabei vollständig beseitigt sein. Es würde an sich dem Begriff der Strahlung nicht widersprechen, wenn sie von flüchtigen Teilchen ausgeht, selbst wenn diese durch den Luftstrom fortgetrieben würden. Die Emanationen des Thoriums zeigen ja Strahlungscharakter und lassen sich leicht durch den Luftstrom wegblasen. Wenn man beim Wasserstoffsuperoxyd, um die Dämpfe wegzutreiben, den Luftstrom aus einer Öffnung zwischen der Schale, welche die Flüssigkeit enthält und einem Ausschnitt in Glas oder Metall gehen lässt, auf dem die Platte liegt, so erhält man zunächst Bilder, welche den Schein einer Ablenkung des Agens durch den Luftstrom erwecken. Man findet den Ausschnitt heller auf der Seite, von der der Luftstrom kommt, dunkler auf derjenigen, nach der er hingeht, was bei Mitführung von Teilen durch den Luftstrom der Fall sein müsste. Diese Erscheinung beruht aber auf der ausserordentlichen Abhängigkeit dieser photographischen Wirkung von der Temperatur. Der Luftstrahl ist da, wo er eben erst aus der engen Mündung kommt, wärmer als gleich nachher, nachdem er sich schon etwas ausgebreitet hat und daher wird die photographische Platte am Anfang weniger geschwärzt. Dass dies der Grund ist, sieht man sofort, wenn man den Luftstrom, bevor er an die Öffnung kommt, durch Schnee abkühlt oder wenn man die Glasseite der Platte auf der Eintrittshälfte abkühlt. Dann erscheint umgekehrt die Eintrittshälfte bedeutend dunkler als die Austrittshälfte, der Schein der Ablenkbarkeit der Strahlen hört auf. Unter Anwendung dieser Massregel bekam ich selbst bei der oben angegebenen grössten Geschwindigkeit durch ein Loch von 1 $mm^2$, welches dicht über der Ausströmungsöffnung der Luft angebracht war, noch in 1 bis 2 Minuten ein Bild. Ich habe keinen Versuch, welcher die Ablenkbarkeit der Wirkung durch den Luftstrom beweist, doch sprechen viele Erscheinungen dafür, dass sehr flüchtige Teilchen die Ursache sind.

Wenn so durch die angeführten Versuche und Überlegungen die Wirkung des Wasserstoffsuperoxyds sich nicht auf bekannte Agentien zurückführen lässt, so ist nun ein Vergleich zwischen ihr und den sonstigen bekannten Strahlungen zu ziehen. In mancher Beziehung ähneln die Erscheinungen denen der Kathoden- und Becquerelstrahlen. Sie zeigen einerseits starke photographische Wirkung, andererseits verhältnismässig geringe Durchdringungsfähigkeit. Das ist auch bei den Kathodenstrahlen und bei manchen Arten von Becquerelstrahlen der Fall. Elektrische Wirkungen habe ich bisher nicht konstatieren können; wenn sie vorhanden sind, sind sie jedenfalls sehr schwach. Herr d'Arcy[1]) hat gefunden, dass die Entladung von Körpern bedeutend rascher vor sich gehe über $H_2 O_2$, als in gewöhnlicher Luft. Danach wäre eine geringe Ionisierung der Luft durch diese Strahlen vorhanden. Auch von den Becquerelstrahlen haben gewisse eine sehr geringe ionisierende Wirkung.

Das Besondere und Eigentümliche an diesen Strahlen ist offenbar der erhebliche Einfluss der Temperatur auf die photographische Wirkung, welche sonst nirgends vorhanden ist. Für diese Thatsache kann man, soviel ich sehe, zwei Hypothesen machen. Man kann entweder annehmen, dass es die Strahlung selbst sei, welche so erheblich von der Temperatur beeinflusst werde, dass etwa flüchtige Teilchen vorhanden seien, welche sich von den wärmeren zu den kälteren Stellen begeben. Diese Hypothese würde vor Robert Mayer und Joule wohl leicht angenommen worden sein, nach unseren heutigen Anschauungen ist sie wenig wahrscheinlich.

Die zweite Hypothese, für welche eine Anzahl von Erscheinungen sprechen, ist folgende. Bei den meisten bekannten Strahlungen wird Ozon gebildet, es wird also ein Sauerstoffatom unter dem Einfluss der Strahlung einem Sauerstoffmolekül zugefügt. Das Wasserstoffsuperoxyd ist in mancher Beziehung dem Ozon analog. Es hat daher keine Schwierigkeit, anzunehmen, dass unter dem Einfluss von Strahlen gewisser Art sich ein Sauerstoffatom an Wasser anlegt und $H_2 O_2$ bildet. Dass sich in der Nähe von $H_2 O_2$ bei vorhandenem Wasser wieder $H_2 O_2$ bilden kann, hat schon Herr Russel nachgewiesen. Darauf beruht es auch, dass eine photographische Platte, die dem $H_2 O_2$ ausgesetzt war, selbst eine scheinbare induzierte Aktivität zeigt, insofern sie eine andere Platte, die durch einige Millimeter Luft von ihr getrennt ist, wieder anregen kann. Dass diese induzierte Aktivität eine scheinbare — obwohl von der eigentlichen wohl nicht prinzipiell verschieden — ist, geht daraus hervor, dass sie durch Abwaschen der Platten beseitigt werden kann; sie beruht darauf, dass sich auf der photograpischen Platte selbst $H_2 O_2$ gebildet hat. Das Wasserstoffsuperoxyd nun zersetzt sich bei höherer Temperatur leichter, es ist

1) R. F. d'Arcy, Phil. Mag. (6) **3**, 42, 1892

also an den kälteren Stellen in grösserer Menge vorhanden und darauf beruht vermutlich die Temperaturabhängigkeit der photographischen Wirkung. Dass dabei so geringe Temperaturunterschiede, wie in der ersten Mitteilung gezeigt, schon erkennbare Wirkungen erzielen, ist eine erstaunliche und überraschende Thatsache.

Wenn sich diese Erklärung für die beobachteten Thatsachen als einfachste empfiehlt, so scheint sie mir doch von anderem Gesichtspunkt eine erhebliche prinzipielle Bedeutung zu haben. Sie sagt doch aus, dass eine Strahlungsart, die von einem Körper ausgeht (seien es Gasionen oder etwas anderes), unter Umständen imstande ist, denselben Körper wieder zu bilden, wenn die chemischen Komponenten vorhanden sind. Sie spricht damit, wie mir scheint, eine Seite des Kirchhoffschen Satzes aus. Die Strahlung, die von $H_2 O_2$ emittiert wird, bildet aus den vorhandenen Bestandteilen denjenigen Körper wieder, durch welchen sie gerade am meisten absorbiert wird. Für die chemische Dynamik dürfte diese Anschauung von Bedeutung sein. Die Eigenschaft der Emission derartiger Strahlung besonderen Charakters wird wohl nicht auf das Wasserstoffsuperoxyd beschränkt sein und es erscheint nicht aussichtslos, nach anderen Körpern mit ähnlichen Eigenschaften zu suchen.

München, 15. Januar 1903.

(Eingegangen 15. Januar 1903.)

# VORTRÄGE UND REDEN.

## Zwei Antrittsreden.

Von L. Boltzmann.

### II. Antrittsvorlesung, gehalten in Wien im Oktober 1902.

Meine Herren und Damen!

Man pflegt die Antrittsvorlesung stets mit einem Lobeshymnus auf seinen Vorgänger zu eröffnen. Diese hier und da beschwerliche Aufgabe kann ich mir heute ersparen, denn gelang es auch Napoleon dem Ersten nicht, sein eigener Urgrossvater zu sein, so bin doch ich gegenwärtig mein eigener Vorgänger. Ich kann also sofort auf die Behandlung meines eigentlichen Themas eingehen.

Nun in der Abhaltung von Antrittsvorlesungen über die Prinzipien der Mechanik habe ich mir nachgerade eine gewisse Routine erworben. Schon die Vorlesung, mit der ich vor 33 Jahren in Graz meine Thätigkeit als ordentlicher Universitätsprofessor begann, behandelte dieses Thema. Seitdem eröffne ich in Wien am heutigen Tage zum 3. Male meine Vorlesungen mit der Betrachtung dieser Materie, dazu kommt einmal eine Antrittsvorlesung in München und einmal eine in Leipzig über denselben Gegenstand.

Er ist in der That bedeutend genug, dass man ihn so oft behandeln kann, ohne sich allzusehr zu wiederholen. Die Mechanik ist das Fundament, auf welches das ganze Gebäude der theoretischen Physik aufgebaut ist, die Wurzel, welcher alle übrigen Zweige dieser Wissenschaft entspriessen. Man begreift das, wenn man einerseits die historische Entwicklung der physikalischen Wissenschaften betrachtet, andererseits auch, wenn man deren logischen inneren Zusammenhang ins Auge fasst.

Mag sich die Wissenschaft noch so sehr der Idealität ihrer Ziele rühmen und auf die Technik und Praxis mit einer gewissen Geringschätzung herabschauen, es lässt sich doch nicht leugnen, dass sie ihren Ursprung in dem Streben nach der Befriedigung rein praktischer Bedürfnisse nahm. Andererseits wäre der Siegeszug der heutigen Naturwissenschaft niemals ein so beispiellos glänzender gewesen, wenn dieselbe nicht an den Technikern so tüchtige Pioniere besässe.

Um die ersten Spuren mechanischer Thätigkeit des Menschen zu finden, müssen wir uns aus der heutigen Zeit, aus dem Zeitalter der Röntgenstrahlen und der Telegraphie ohne Draht in die allerersten Uranfänge menschlicher Kultur zurückversetzen. Das erste menschliche Werkzeug war der Knüttel. Ihn handhabt auch der Orang-Utang und zwar zu einem Zwecke, dem sich noch heute, wo wir uns so erhaben über ihn denken, ein Gutteil menschlichen Erfindungsgeistes und technischen Scharfsinns zuwendet. Wie soll ich diesen Zweck nennen? Menschenmord nennen ihn die Friedensfreunde; Einsetzen des höchsten Preises des Lebens für die edelsten Güter der Menschheit, für Ehre, Freiheit und Vaterland nennen ihn die Soldaten.

Wie dem auch sei, jedenfalls müssen wir im Knüttel schon ein mechanisches Werkzeug, das erste Geschenk des erwachenden Sinnes für Technik erblicken. Als später die Kultur der Menschheit sich zu entwickeln begann,

waren es nicht akustische oder optische Apparate, kalorische oder gar elektromagnetische Maschinen, was man zuerst erfand. Die Sache ging ein wenig langsamer. Das Bedürfnis, natürliche Höhlen besser zu verschliessen, künstliche anzulegen, führte allmählich zum Bau von Wohnungen und Burgen. Die Notwendigkeit, zu diesem Zwecke wuchtige Steine oder kolossale Baumstämme herbeizuschaffen, reizte den Erfindungsgeist. Der Mensch rundete passend geformte Äste zu Walzen, baute später roh gezimmerte Räder, den Knüttel benutzte er als Hebel in der primitivsten Form und betrat so erst unbewusst, dann mit immer mehr Absicht und Bewusstsein das Gebiet der Mechanik im engeren Sinne.

Hut ab vor diesen Erfindern in Bärenfellen und Schuhen aus Baumrinde. Der Mensch, der zuerst mittels geschickt untergelegter Walzen einen Stein bewegt hat, dessen Wucht für immer den Riesenfäusten seiner Mitmenschen zu spotten schien, empfand sicher nicht geringere Genugthuung als Marconi, da er das erste durch die Luft über den Ozean geleitete Telegraphensignal vernahm, selbstverständlich unter der Voraussetzung, dass alles wahr ist, was die Zeitungen hierüber berichten.

Aus so unscheinbaren Anfängen wuchs die Mechanik, anfangs unendlich langsam, aber doch stetig und später in immer rascherem Tempo empor. Schon Archimedes flösste das zu seinen Zeiten Erreichte solche Bewunderung ein, dass er sich die Welt aus den Angeln zu heben getraut hätte, wenn ihm nur ein fester Stützpunkt hätte geboten werden können. Nun, die heutigen Fortschritte der Technik haben zwar nicht die Erdkugel bewegt, aber die ganze soziale Ordnung, den ganzen Wandel und Verkehr der Menschheit haben sie in der That nahezu aus den Angeln gehoben.

Ja die Fortschritte auf dem Gebiete der Naturwissenschaften haben sogar die ganze Denk- und Empfindungsweise der Menschheit vom Grund aus umgestaltet. Während das frühere humanistische Zeitalter in allem Beseeltes, Empfindendes erblickte, gewöhnen wir uns leider immer mehr, alles vom Standpunkte der Maschine zu betrachten. Früher durchschweifte der Fusswanderer singend Wald und Flur und was konnte man in der Postkutsche Besseres thun, als dichten und träumen, wenn nicht gerade der Ärger über die Langeweile überwog; jetzt wird im Expresszug, im Ozeandampfer noch gearbeitet und gerechnet. Ehemals suchte der Kutscher durch Zureden in der Menschensprache den Sinn seines Gaules zu lenken; jetzt dirigiert man den Elektromotor oder das Automobile mit etlichen Kurbeln schweigend.

Und doch werden wir die Vorstellung der Beseeltheit der Natur nicht los. Die grossen Maschinen von heute, arbeiten sie nicht wie bewusste Wesen? Sie schnauben und pusten, heulen und winseln, stossen Klagelaute, Angst- und Warnungsrufe aus, bei Überschuss von Arbeitskraft pfeifen sie gellend. Sie nehmen die zur Erhaltung ihrer Kraft erforderlichen Stoffe aus der Umgebung auf und scheiden davon das Unbrauchbare wieder aus, genau denselben Gesetzen unterthan wie unser eigener Körper.

Es hat für mich einen eigentümlichen Reiz, mir vorzustellen, wie die in den verschiedensten Gebieten bahnbrechenden Geister sich über das freuen würden, was ihre Nachfolger, vielfach auf ihren Schultern stehend, nach ihnen errungen haben, so z. B. was Mozart empfinden würde, wenn er jetzt eine Meisteraufführung der 9. Simphonie oder des Parsifal anhören könnte. Ungefähr dasselbe müssten die grossen griechischen Naturphilosophen, vor allem der mathematische Feuerkopf Archimedes zu den Leistungen unserer heutigen Technik sagen; an Begeisterung und Sinn für das Grossartige würde es ihnen gewiss nicht fehlen. Bezeichnen wir doch noch heute den höchsten Grad der Begeisterung mit dem schönen griechischen Worte Enthusiasmus.

Doch ich bin ein wenig von meinem eigentlichen Gegenstande abgeirrt und muss wieder zu diesem zurückkehren.

Ich sprach bisher fortwährend von Maschinen und von Technik. Sie würden aber fehl gehen, wenn Sie erwarteten, dass ich Sie in meinen Vorlesungen in die Kunst des Maschinenbaues einweihen werde. Dies ist Sache der technischen Mechanik und Maschinenlehre; der Gegenstand meiner Vorlesungen aber wird die analytische Mechanik sein. Ihre Definition ist viel allgemeiner. Sie hat die Gesetze zu erforschen, nach denen sich die Gesamtheit der Bewegungserscheinungen in der uns umgebenden Natur abspielt.

Wir finden daselbst zunächst sehr viele Körper, welche eine, wenigstens soweit die Beobachtung geht, unveränderliche Gestalt haben. Ihre Bewegung ist also eine blosse Ortsveränderung und Drehung ohne jede Formänderung und die analytische Mechanik wird zunächst die Gesetze für diese Ortsveränderung anzugeben haben. Andere Körper, die Flüssigkeiten (tropfbare und gasförmige), ändern ihre Gestalt während der Bewegung fortwährend in der mannigfaltigsten Weise. Man kann sich nun ein anschauliches Bild dieser steten Gestaltänderungen machen, wenn man sich die Flüssigkeiten aus kleinsten Teilchen zusammengesetzt denkt, von denen sich jedes selbständig nach denselben Gesetzen wie die festen Körper bewegt, jedoch so, dass stets 2 benachbarte Teilchen der Flüssigkeit immer nahezu dieselbe

Bewegung machen. Zu den Kräften, welche von aussen auf jedes Teilchen wirken, sind noch die hinzuzunehmen, welche die verschiedenen Teilchen aufeinander ausüben. Auf diese Weise kann auch die Bewegung der Flüssigkeiten auf die Gesetze der Mechanik der festen Körper zurückgeführt werden.

Die Bewegungserscheinungen sind diejenigen, welche wir am häufigsten und unmittelbarsten beobachten. Alle anderen Naturerscheinungen sind versteckter. Wir können auch die Bewegungserscheinungen mit der geringsten Summe von Begriffen erfassen. Wir reichen zu ihrer Beschreibung mit dem Begriffe des Ortes im Raume und der zeitlichen Veränderung desselben aus, wogegen wir bei den anderen Erscheinungen noch viel unklarere Begriffe, wie Temperatur, Lichtintensität und Farbe, elektrische Spannung etc., nötig haben.

Es ist nun überall die Aufgabe der Wissenschaft, das Kompliziertere aus dem Einfacheren zu erklären; oder, wenn man lieber will, durch Bilder, welche dem einfacheren Erscheinungsgebiete entnommen sind, anschaulich darzustellen. Daher suchte man auch in der Physik die übrigen Erscheinungen, die des Schalles, Lichtes, der Wärme, des Magnetismus und der Elektrizität auf blosse Bewegungserscheinungen der kleinsten Teilchen dieser Körper zurückzuführen, und zwar gelingt dies bei sehr vielen, freilich nicht bei allen Erscheinungen mit gutem Erfolge. Dadurch wurde eben die Wissenschaft der Bewegungserscheinungen, also die Mechanik, zur Wurzel der übrigen physikalischen Disziplinen, welche allmählich immer mehr und mehr sich in spezielle Kapitel der Mechanik zu verwandeln schienen.

Erst in neuester Zeit ist dagegen eine Reaktion eingetreten. Die Schwierigkeiten, welche die rein mechanische Erklärung des Magnetismus und der Elektrizität bot, liessen Zweifel darüber aufkommen, ob alles mechanisch erklärbar sei und gerade der Elektromagnetismus gewann immer an Wichtigkeit nicht nur für die Praxis, sondern auch für die Theorie. Schliesslich wurde seine Macht so gross, dass er sogar den Spiess umzukehren und die Mechanik elektromagnetisch zu erklären suchte. Während man früher Magnetismus und Elektrizität durch eine rotierende oder schwingende Bewegung der kleinsten Teile der Körper zu erklären versucht hatte, so ging man jetzt darauf aus, die Fundamentalgesetze der Bewegung der Körper selbst aus den Gesetzen des Elektromagnetismus abzuleiten.

Das bekannteste Gesetz der Mechanik ist das der Trägheit. Jeder Gymnasiast ist heutzutage damit vertraut, wobei ich natürlich bloss von der Trägheit im physikalischen Sinne spreche. Bis vor kurzem hielt man das Trägheitsgesetz für das erste Fundamentalgesetz der Natur, welches selbst unerklärbar ist, aber zur Erklärung aller Erscheinungen beigezogen werden muss. Nun folgt aber aus den Maxwellschen Gleichungen für den Elektromagnetismus, dass ein bewegtes elektrisches Partikelchen, ohne selbst Masse oder Trägheit zu besitzen, bloss durch die Wirkung des umgebenden Äthers sich genau so bewegen muss, als ob es träge Masse hätte. Man machte daher die Hypothese, dass die Körper keine träge Masse besitzen, sondern bloss aus massenlosen elektrischen Partikelchen, den Elektronen bestehen, ihre Trägheit also eine bloss scheinbare, durch die Wirkung des umgebenden Äthers bei ihrer Bewegung durch denselben hervorgerufene sei. In ähnlicher Weise gelang es, auch die Wirkung der mechanischen Kräfte auf elektromagnetische Erscheinungen zurückzuführen. Während man also früher alle Erscheinungen durch die Wirkung von Mechanismen erklären wollte, so ist jetzt der Äther ein Mechanismus, der an sich freilich wieder vollkommen dunkel, die Wirkung aller Mechanismen erklären soll. Man wollte jetzt nicht mehr alles mechanisch erklären, sondern suchte vielmehr einen Mechanismus zur Erklärung aller Mechanismen.

---

Was heisst es nun, einen Mechanismus vollkommen richtig verstehen? Jedermann weiss, dass das praktische Kriterium dafür darin besteht, dass man ihn richtig zu behandeln weiss. Allein ich gehe weiter und behaupte, dass dies auch die einzig haltbare Definition des Verständnisses eines Mechanismus ist. Man wendet da freilich ein, dass es denkbar ist, dass eine Person die Behandlungsweise eines Mechanismus erlernt hat, ohne diesen selbst zu verstehen. Allein dieser Einwand ist nicht stichhaltig. Wir sagen bloss, sie versteht den Mechanismus nicht, weil ihre Kenntnis seiner Behandlungsweise auf dessen reguläre Thätigkeit beschränkt ist. Sobald am Mechanismus etwas gebrochen ist, schlecht funktioniert oder sonst eine unvorhergesehene Störung eintritt, weiss sie sich nicht mehr zu helfen. Dass er den Mechanismus verstehe dagegen, sagen wir von demjenigen, der auch in allen diesen Fällen das Richtige zu thun weiss. So scheint dieser Umstand wirklich die Definition des Verständnisses zu bilden. Wie wir die Begriffe bilden sollen, kann nicht definiert werden, ist auch in der That vollkommen gleichgültig, wenn sie nur stets zur richtigen Handlungsweise führen.

So ist ein bekannter verlockender Fehlschluss der sogenannte Solipsismus, die Ansicht, dass die Welt nicht real, sondern ein blosses Produkt unserer Phantasie, wie ein Traumgebilde sei. Auch ich hing dieser Schrulle nach, versäumte infolgedessen praktisch richtig

zu handeln und kam dadurch zu Schaden; zu meiner grössten Freude, denn ich erkannte darin den gesuchten Beweis der Existenz der Aussenwelt, welcher allein darin bestehen kann, dass man minder zu richtigen Handlungen befähigt ist, wenn man diese Existenz in Zweifel zieht.

Als ich vor 33 Jahren meine schon besprochenen ersten Vorlesungen über Mechanik hielt, neckte mich einer meiner damaligen Grazer Kollegen, indem er sagte: „Wie kann man sich nur mit so etwas rein Mechanischem befassen". Er beabsichtigte natürlich bloss ein Wortspiel; ich aber sass ihm auf und ereiferte mich darzuthun, dass die Mechanik nichts Mechanisches sei; aber trotz ihrer Schwierigkeit, trotz des unendlichen Aufwandes von Scharfsinn, den durch Jahrhunderte hindurch die grössten Gelehrten auf ihre Entwickelung verwendeten, hat es doch mit dem Mechanischen etwas auf sich.

Vom Begriffe der Trägheit habe ich schon gesprochen, ein 2. Grundbegriff der Mechanik ist der der Arbeit. Man könnte das wichtigste Gesetz der Mechanik ungefähr dahin aussprechen, dass die Natur alles mit einem Minimum von Arbeitsaufwand leistet. Wem kämen dabei nicht wieder triviale Nebengedanken? Ist der Arbeitsbegriff nicht für die Praxis ebenso der wichtigste und zugleich rätselvollste wie für die gesamte Naturwissenschaft? Schon das aus dem Paradiese vertriebene erste Menschenpaar sah in der Arbeit den höchsten Fluch, andererseits aber wäre der Mensch ohne Arbeit kein Mensch. Stetige unausgesetzte Arbeit hat der Mensch freilich mit dem Zugtier, ja sogar mit der leblosen, von ihm selbst fabrizierten Maschine gemein und doch wird Arbeitsamkeit als eine der schönsten Charaktereigenschaften eines jeden, vom Herrscher bis zum Tagelöhner, gepriesen.

Zum Schluss möchte ich die Frage aufwerfen, ist die Menschheit durch alle Fortschritte der Kultur und Technik glücklicher geworden? In der That eine heikle Frage. Gewiss, ein Mechanismus, die Menschen glücklich zu machen, ist noch nicht erfunden worden. Das Glück muss jeder in der eigenen Brust suchen und finden.

Aber schädliche, das Glück störende Einflüsse hinwegzuschaffen, gelang der Wissenschaft und Civilisation, indem sie Blitzgefahr, Seuchen der Völker und Krankheiten der Einzelnen in vielen Fällen erfolgreich zu bekämpfen wusste. Sie vermehrte ferner die Möglichkeit, das Glück zu finden, indem sie uns Mittel bot, unseren schönen Erdball leichter zu durchschweifen und kennen zu lernen, den Aufbau des Sternenhimmels uns lebhaft vorzustellen und die ewigen Gesetze des Naturganzen wenigstens dunkel zu ahnen. So ermöglicht sie der Menschheit eine immer weiter gehende Entfaltung ihrer Körper- und Geisteskräfte, eine immer wachsende Herrschaft über die gesamte übrige Natur und befähigt den, der den inneren Frieden gefunden hat, diesen in erhöhter Lebensentfaltung und grösserer Vollkommenheit zu geniessen.

Hochgeehrte Anwesende, ich habe die Aufgabe, Ihnen in den gegenwärtigen Vorlesungen gar Mannigfaltiges darzubieten: Verwickelte Lehrsätze, auf das höchste verfeinerte Begriffe, komplizierte Beweise. Entschuldigen Sie, wenn ich von alledem heute noch wenig geleistet habe. Ich habe nicht einmal, wie es sich geziemen würde, den Begriff meiner Wissenschaft, der theoretischen Physik, definiert, nicht einmal den Plan entwickelt, nach dem ich dieselbe in diesen Vorlesungen zu behandeln gedenke. Alles das wollte ich Ihnen heute nicht bieten, ich denke, dass wir später im Verlaufe der Arbeit besser darüber klar werden. Heute wollte ich Ihnen vielmehr nur ein Geringes bieten, für mich freilich auch wiederum alles, was ich habe, mich selbst, meine ganze Denk- und Empfindungsweise.

Ebenso werde ich auch im Verlaufe der Vorlesungen von Ihnen gar Mannigfaltiges fordern müssen: Angestrengte Aufmerksamkeit, eisernen Fleiss, unermüdliche Willenskraft. Aber verzeihen Sie mir, wenn ich, ehe ich an dieses alles gehe, Sie für mich um etwas bitte, woran mir am meisten gelegen ist, um Ihr Vertrauen, Ihre Zuneigung, Ihre Liebe, mit einem Worte, um das Höchste, was Sie zu geben vermögen, Sie selbst.

(Eingegangen 14. November 1902.)

# REFERATE.

## Technische Mechanik.

Besorgt von Prof. Dr. E. Meyer.

**R. Stribeck, Die wesentlichen Eigenschaften der Gleit- und Rollenlager.**[1])

Der Verfasser berichtet über sehr eingehende Versuche an Gleit- und Rollenlagern verschiedener Konstruktion und giebt über die Reibungsvorgänge in den Lagern neue wertvolle Aufschlüsse. Die wichtigsten Faktoren, welche die Reibung eines Lagers beeinflussen, sind folgende: Belastung und Umdrehungsgeschwindigkeit der Welle, Beschaffenheit der Gleitflächen, Beschaffenheit und Temperatur der Schmierölschicht. Diese Faktoren sind ver-

1) Zeitschr. d. Vereins deutscher Ingen. 1902, Nr. 36, 38, 39.

änderlich erstens, in der Einlaufzeit, d. h. ehe ein gutes Anliegen der Welle an den Lagerschalen, je nach der Art des Lagermetalles durch Schleifen oder durch Quetschen, erreicht ist, und zweitens in der Anlaufzeit, d. h. ehe beim eingelaufenen Lager unter gegebenen Umständen der Beharrungszustand erreicht ist. Das Verhalten des Lagers weicht daher während dieser Perioden von dem Verhalten im Beharrungszustand wesentlich ab.

Die Beschaffenheit der Schmierschicht ist der ausschlaggebende Faktor; ihre Wirkung hängt von den physikalischen Eigenschaften des Schmiermaterials und von der Dicke der Schicht ab. Über die Abhängigkeit der Schichtdicke von der Drehgeschwindigkeit und der Belastung geben die Versuche leider keinen sicheren Aufschluss. Zunächst wurde die Änderung der inneren Reibung verschiedener Schmieröle mit der Temperatur untersucht. Das bei den späteren Versuchen meist verwendete ziemlich schwerflüssige Mineralöl ändert seine Viskosität bei Temperaturen über rund $50^0$ nur noch wenig, bei niedrigeren Temperaturen dagegen nimmt die innere Reibung sehr stark mit steigender Temperatur ab. Je dünnflüssiger ein Öl im allgemeinen ist, um so weniger ändert es seinen Flüssigkeitsgrad mit der Temperatur.

Die Bestimmung des Lagerreibungskoeffizienten erfolgte mittelst der vom Verfasser konstruierten Reibungswage (beschrieben in der Zeitschr. d. Vereins deutscher Ingen. 1901 S. 121). Es wurde zuerst ein mit Ringschmierung versehenes gusseisernes Lager von 70 mm Wellendurchmesser und 230 mm Schalenlänge untersucht. Bei der Härte des Lagermetalles ist auf ein selbstthätiges Einlaufen nicht zu rechnen, das Lager musste daher wiederholt nachgearbeitet werden. Die wichtigsten Versuchsergebnisse sind folgende: Im Beharrungszustand nimmt der Reibungskoeffizient bei konstanter Geschwindigkeit mit steigender Belastung ab, und zwar bei geringen Belastungen sehr schnell. Bei konstanter Belastung ist er von der Geschwindigkeit nahezu unabhängig, während die Öltemperatur mit der Geschwindigkeit steigt. Zu Beginn der Anlaufzeit nimmt die Reibung sehr schnell ab, die Öltemperatur sehr schnell zu; Beharrungszustand trat aber bei 760 minutlichen Umdrehungen und 10,5 $\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$ spezifischer Belastung erst nach etwa 30 Minuten, bei 2,9 $\frac{\text{kg}}{\text{cm}}$ Belastung erst nach 45 Minuten ein. Daraus folgt, dass bei Maschinen, die mit Unterbrechungen immer nur kurze Zeit laufen, der günstige Reibungskoeffizient des Beharrungszustandes gar nicht erreicht wird.

Von besonderem Interesse ist die in Fig. 1

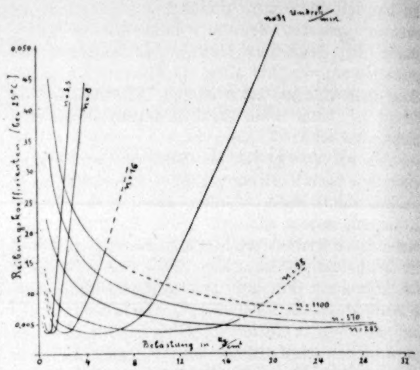


Fig. 1.

dargestellte Abhängigkeit des Reibungskoeffizienten von der Pressung bei der konstanten Temperatur von $25^0$ C. und verschiedenen Umdrehungsgeschwindigkeiten. Das steile Wiederansteigen der Kurven für geringe Geschwindigkeiten ist folgendermassen zu erklären: die Zuführung des Öles zur Tragfläche geschieht durch die umlaufende Welle selbst, und von einer gewissen Pressung an genügt die jeweilige Geschwindigkeit nicht mehr zur Unterhaltung einer ausreichend dicken Schmierschicht, so dass stellenweise Reibung zwischen festen Körpern auftritt. Die Abhängigkeit des Reibungskoeffizienten $k$ bei $25^0$ C. von der Geschwindigkeit zeigt Fig. 2. Die Kurven, die für verschiedene Pressungen gelten, haben für die Geschwindigkeit $O$ den gemeinsamen Ausgangspunkt $k = 0{,}14$; der Reibungskoeffizient der Ruhe ist demnach von der Pressung unabhängig. Der gefundene Betrag ist etwa gleich dem von Morin ermittelten Koeffizienten der Reibung zwischen ungeschmierten Flächen. Bei grösseren Geschwindigkeiten wächst die dann auftretende reine Flüssigkeitsreibung mit der Geschwindigkeit, aber langsamer als diese und scheint sich für jede Belastung einem Grenzwert zu nähern. Wenn bei grosser Geschwindigkeit ein Anfressen der Tragflächen stattfindet, so ist die Ursache in der Steigerung der Temperatur zu suchen,

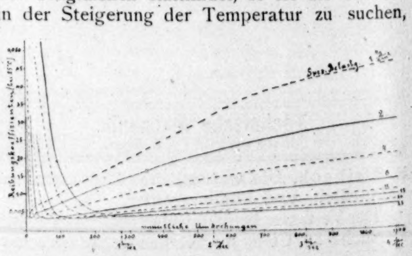


Fig. 2.

durch welche das Schmieröl dünnflüssig wird und ausläuft, während hier bei der konstanten Temperatur von 25° die Dicke der Ölschicht mit der Geschwindigkeit zuzunehmen scheint. Zu Beginn der Anlaufzeit, d. h. während der Beschleunigung der Welle, sind die Reibungskoeffizienten höher als der Fig. 2 entspricht, weil in diesem Zeitraum die Ölzufuhr hinter der jeweiligen Geschwindigkeit zurückbleibt.

Die Versuche mit einem Weissmetalllager (Magnoliametall, d. i. eine Legierung von Blei, Zinn und Antimon) mit 70 mm Durchmesser, 137 mm Schalenlänge und Ringschmierung ergaben folgendes: es wurde zuerst dünnflüssiges Öl verwendet, und mit diesem ging das Einlaufen des Lagers bei 64 minutlichen Umdrehungen der Welle bis zu Belastungen von etwa 30 $\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$ glatt und verhältnismässig schnell von statten, bei grösserer Belastung zeigten sich starke Schwankungen von Reibungswiderstand und Öltemperatur, was auf unzureichende Schmierung schliessen lässt; trotzdem blieben die Laufflächen auch bei 50 $\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$ Belastung intakt, und erwiesen sich bei Verwendung von dickerem Öl als gut eingelaufen. Versuche mit Wasserschmierung ergaben, dass Wasser selbst bei kleinen Belastungen garnicht schmierte, die Tragflächen wurden stark angegriffen. Um mit hohen Pressungen arbeiten zu können, wurde das Lager auf die halbe Länge verkürzt. Es zeigte sich, dass wie beim Gusseisenlager der Reibungskoeffizient bei höheren Belastungen langsam, bei geringeren sehr schnell mit steigender Temperatur abnimmt. Die Abnahme ist aber in letzterem Falle weniger rapid als die Abnahme der inneren Reibung der Schmierflüssigkeit mit steigender Temperatur, was auf Abnahme der Dicke der Schmierschicht hindeutet.

Die Abhängigkeit der Reibung von der Pressung bei verschiedenen Geschwindigkeiten ist ähnlich wie beim Gusseisenlager. Die Annahme von Petroff, dass der Reibungskoeffizient umgekehrt proportional der Wurzel aus der Belastung sei, wird durch die Versuche nicht bestätigt. Das Wiederanwachsen der Reibung mit zunehmender Belastung trat bei dem Weissmetalllager erst unter erheblich grösseren spezifischen Pressungen ein als bei dem Gusseisenlager. Ein Unterschied besteht indessen wohl nur scheinbar. Die Welle liegt an den Schalen aus Weissmetall viel satter an als an den gusseisernen; die spezifische Pressung, d. h. die Belastung dividiert durch das Produkt von Länge und Durchmesser des Lagers, giebt daher keinen richtigen Massstab für die thatsächliche mittlere Pressung der tragenden Flächenteile, sondern ist bei gusseisernen Schalen zu klein im Vergleich zu den entsprechenden Zahlen beim Weissmetalllager, weil hier die Belastung gleichmässiger verteilt ist. Die Reibung der Ruhe ergab sich höher als bei dem Gusseisenlager, nämlich zu 0,21 bis 0,24 je nach der Belastung, aber mit dieser, wie man sieht, auch nur wenig veränderlich. Mit wachsender Geschwindigkeit nimmt der Reibungskoeffizient viel schneller ab und erreicht viel kleinere Werte als beim Gusseisenlager.

Die Versuche mit Rollenlagern zeigten, dass der Reibungswiderstand des Lagers mit wachsendem Rollendurchmesser abnimmt; von der Geschwindigkeit ist er nahezu unabhängig, und zwar umsomehr, je weiter durch die Lagerkonstruktion die sekundär auftretende gleitende Reibung beschränkt wird. Im Gegensatz zu Gleitlagern bieten derartige Rollenlager sehr geringe Anlaufwiderstände. Fig. 3 giebt Aufschluss über die Abhängigkeit des Reibungswiderstandes von der Belastung bei 190 bis 760 minutlichen Umdrehungen. Der Koeffizient der rollenden Reibung ergiebt sich durch Rechnung ziemlich genau umgekehrt proportional der Wurzel aus der Belastung.

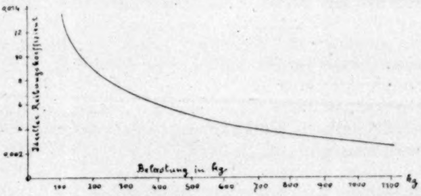


Fig. 3.

Überanstrengung der Rollenlager machte sich durch Abspringen kleiner Rollenteilchen oder durch Eindrückungen an den Rollen bemerkbar. Die Erfahrungen über die zulässige Belastung werden dahin zusammengefasst, dass Lager mit ungehärteten Rollen nur für kleine Belastungen (etwa $P = 20\,D^2$, wo $D$ der Wellendurchmesser in cm, $P$ die Last in kg) brauchbar sind und etwa gleiche Länge erhalten wie gusseiserne Gleitlager. Verfasser hält es daher nicht für wahrscheinlich, dass diese Rollenlager den gusseisernen Ringschmierlagern erfolgreiche Konkurrenz machen können. Lager mit gehärteten Rollen vertragen zwar weit höhere Belastungen, sind aber erheblich teurer.

P. Roth.

(Eingegangen 12. Oktober 1902.)

# BESPRECHUNGEN.

**F. Auerbach, Die Weltherrin und ihr Schatten.** Ein Vortrag über Energie und Entropie. III u. 56 S. Jena, Gustav Fischer. 1902. Mk. 1,20.

Öfter, scheint mir, als es zu Zeiten üblich war und für „wissenschaftlich" erachtet wurde, steigen heute die Physiker von den steilen Höhen ihrer engeren Forschungsthätigkeit hinab, um den Leuten da unten in den Thälern Aussicht, Sehnsucht und Wege auf ihre freien Berge zu zeigen. Das ist in doppelter Hinsicht erfreulich; denn es verbürgt einmal, dass zahlreichen unberufenen Bergführern mehr und mehr das Handwerk gelegt wird, und die naturphilosophischen Abstürze seltener werden; andererseits zeigt es den Höhenleuten selbst von Zeit zu Zeit ihren Berg oder Hügel von unten aus. Und das kann dem, was sie da oben treiben, nur heilsam sein: Sie werden sich der breiteren Grundlage wieder bewusst, auf der sie bauen. Sie sehen, wie ihre Höhe mit den benachbarten zusammenhängt, sich an sie anlehnt; sie bemerken, dass sie da oben mancherlei gebaut haben, was gefährlich überhängt, oder sich haltlos in den Nebel vorstreckt. Und sie nehmen auch leichter Anlass, einmal wieder einen Nachbarberg zu ersteigen, wo sich eine ganz neue Perspektive erschliesst.

Einen solchen erfreulichen Ausflug zur Erforschung der breiteren Topographie des physikalischen Hochgebirges unternimmt Auerbach in seinem vortrefflichen Vortrage. Es ist ein Wagnis, „gebildeten Laien, Damen und Herren" ein so zerklüftetes Terrain aufschliessen und ihnen zeigen zu wollen, dass alle die tausend Berge, Höhen, Zacken, Spalten doch zu einem einzigen Gebirgszuge gehören, dass das Material, aus dem sie bestehen, überall dasselbe ist (Energiesatz) und dass der Gebirgsbildungsprozess überall eine bestimmte durchsichtige Tendenz aufweist (Entropiesatz). Aber Auerbach hat erreicht, was er wollte. Er ist ein hervorragender Führer und kennt seine Wege; auch an den schwierigsten Stellen weiss er für die ungeübten Tritte gangbare Stufen einzuhauen und er versteht es meisterhaft, den ungeschulten Gedanken an meist sehr glücklich gewählten Gleichnissen anzuseilen. Ja, als bestes Zeichen des souveränen Führerbewusstseins, steht ihm ein Zug frischen fröhlichen Humors zur Seite, der Müdigkeit garnicht aufkommen lässt. So gehört der Vortrag zu dem Besten, was die letzte Zeit an populär-wissenschaftlicher Litteratur beigebracht hat. Auch der Fachmann muss seine Freude haben, wie einfach, klar und doch farbenreich das entworfene Bild ist; und wie lebendig es die Gedankenbeziehungen zu dem täglichen Ideenkreis seiner Laienbeschauer herzustellen weiss. Unglücklich war Auerbach leider entschieden in der Wahl des poetischen Titels, der dann weiterhin eine ebenfalls wenig glückliche poetische Einleitung im Gefolge hat. Die Entropie „als Schatten der Energie, als bösartiger Dämon, als schleichendes Gift, als Schwester der Energie", wird hoffentlich niemand verleiten, das kleine Buch kopfschüttelnd beiseite zu legen, denn er brächte sich damit um einen grossen Genuss.

H. Th. Simon.

(Eingegangen 23. August 1901.)

## Personalien.

**(Die Herausgeber bitten die Herren Fachgenossen, der Redaktion von eintretenden Änderungen möglichst bald Mitteilung zu machen.)**

Prof. Hittorf ist zum Mitgliede des bayerischen Maximilians-Ordens für Wissenschaft und Kunst in der Abteilung für Wissenschaft ernannt worden.

Die Akademie der Wissenschaft hat Prof. Landolt-Berlin zur Neuausgabe seiner „Physikalisch-chemischen Tabellen" 2000 Mk., Prof. Marckwald-Berlin zu Untersuchungen über das radioaktive Wismut 1500 Mk. bewilligt.

Gestorben sind am 28. Dezember in Morges der Professor der Astronomie an der Universität Lausanne Charles Dufour im 75. Lebensjahre, am 29. Dezember in Freiburg i. d. Schw. der ordentliche Professor der Chemie Dr. René Thomas-Mamert, am 3. Januar in Thorn der Forscher auf dem Gebiete der Geschichte, der Mathematik Gymnasialprofessor a. D. Ernst Ludwig Maximilian Curtze im 66. Lebensjahre.


## Gesuche.

Eine

### Assistentenstelle

**am physikalischen Institut der technischen Hochschule Dresden,** welche durch Berufung ihres seitherigen Inhabers frei wird, ist zum 1. April neu zu besetzen. Bewerbungen möge ein Lebenslauf beigefügt werden. Nähere Auskunft erteilt der Unterzeichnete.

Dresden, Januar 1903. Prof. Dr. Hallwachs.

### Chemie-Schule in Mülhausen i. E.

Infolge der Berufung des Prof. Dr. A. Osann an die Universität Freiburg i. B. ist

### Lehrstelle

an der **Chemie-Schule in Mülhausen i. E. zu besetzen.**

Vorzutragende Fächer: Wellenlehre, Akustik, Optik (inkl. optische u. geometrische Krystallographie), Elektrizität, Magnetismus (ohne höhere Mathematik, aber mit besonderer Berücksichtigung des für Chemiker Wichtigen), physikalische Chemie, Mineralogie (elementar), physikalisches Praktikum.

**Anfangsgehalt 3000 Mark. Eintritt April 1903.**

Ein gut eingerichtetes Laboratorium bietet dem Lehrenden Gelegenheit zu selbständigen wissenschaftlichen Arbeiten.

Reflektanten werden gebeten, sich zu wenden an den Vorsitzenden des Aufsichtsrates

**Ed. Albert Schlumberger** in Mülhausen i. E.


Für die Redaktion verantwortlich Professor Dr. H. Th. Simon in Göttingen. — Verlag von S. Hirzel in Leipzig.
Druck von August Pries in Leipzig.